INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO

MARCILÉA SILVA DE FREITAS

ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DOS CONHECIMENTOS RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

MANAUS-AM
2015

MARCILÉA SILVA DE FREITAS

ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DOS CONHECIMENTOS RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, curso de Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico.
Linha de Pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico.

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

MANAUS-AM
2015

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

F866e Freitas, Marciléa Silva de.
Estratégia didática para o ensino dos conhecimentos relacionados às mudanças climáticas globais. / Marciléa Silva de Freitas. – Manaus: IFAM, 2015.
172 f.: il.; 30 cm

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, 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

ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DOS CONHECIMENTOS RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico.
Linha de Pesquisa: Recursos para o Ensino Técnico e Tecnológico.

Aprovada em 04 de dezembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA:

_____
Prof. Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques – Orientador
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

_____
Prof. Dr. Luiz Antônio Candido – Membro Titular Externo
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)

_____
Profa. Dra. Rosa Oliveira Marins Azevedo – Membro Titular Interno
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

A meu esposo, por acreditar em mim, e estar ao meu lado apesar da distância que nos foi imposta no decorrer do processo, e ao meu filho amado, motivo pelo qual as minhas energias se renovam a cada novo dia.

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.

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

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

À prof.ª Dr.ª Rosa Oliveira Marins Azevedo e ao Dr. Luís Antônio Cândido pela disponibilidade e 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, que contribuíram positivamente durante o processo vivenciado por meio das disciplinas.

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.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por contribuir para que eu pudesse me dedicar ao Mestrado, por meio da bolsa concedida.

À minha família pelo apoio, incentivo e que sempre estiveram presentes em minha vida.

RESUMO

Atualmente, discute-se bastante na mídia a respeito das Mudanças Climáticas Globais (MCGs), principalmente, no contexto do aumento da temperatura do planeta, da emissão de gases danosos ao ambiente e da escassez de água, ressaltando-se as interferências do ser humano nessas mudanças. Embora o clima tenha apresentado mudanças ao longo da história da Terra, em todas as escalas de tempo, percebe-se que a mudança atual apresenta alguns aspectos distintos. As mudanças do clima no passado decorreram de fenômenos naturais; por sua vez, a maior parte da mudança climática atual é atribuída às atividades humanas particularmente nos últimos 50 anos. O problema que deu origem ao presente trabalho está vinculado à importância da Amazônia, que é amplamente considerada no contexto das MCGs, assim como a carência de estratégias de ensino aprendizagem em torno desta temática. Portanto, o presente estudo tem como objetivo geral desenvolver uma estratégia didática para o processo de ensino aprendizagem sobre a temática MCGs, utilizando as potencialidades dos recursos naturais regionais amazônicos. A metodologia utilizada foi qualitativa, desenvolvida com 40 alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB) do IFAM e 5 professores que atuam em disciplinas correlatas ao tema da pesquisa. A partir dos resultados da pesquisa, percebemos o quanto é necessário discutir com a sociedade acadêmica sobre as MCGs, pois os impactos sofridos por tais mudanças refletem na sociedade como um todo e muitas vezes não nos damos conta que somos responsáveis por contribuir com as modificações que nosso planeta vem sofrendo e que são necessárias além das mudanças comportamentais, intervenções políticas comprometidas com a sociedade para a solução dos problemas ambientais. Tanto os alunos como os professores apontam a relevância da discussão dos conhecimentos sobre as MCGs, dada a repercussão que envolve o tema e sua relação com a região amazônica em termos de conservação e preservação dos recursos naturais para a manutenção e equilíbrio da vida na Terra. A utilização de espaços não formais (ENFs) permitiu despertar nos alunos a consciência ambiental quanto à preservação e uso sustentável dos ecossistemas amazônicos devido ao potencial que apresentam para armazenar carbono e contribuição no ciclo hidrológico. Roteiros didáticos para o ensino sobre MCGs são importantes instrumentos para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem satisfatório, de forma a promover uma educação cientifica contextualizada com a realidade regional e global. O desenvolvimento das ferramentas educacionais, mostrou-se eficaz para o alcance do objetivo proposto, o que pode possibilitar a outros professores a utilizarem novas estratégias educativas.

Palavras-Chave: Mudanças Climáticas. Ensino Aprendizagem. Ambientes regionais. Guia didático.

ABSTRACT

Currently, we discuss a lot in the media about the Global Climate Change (GCCs), especially in the context of rising global temperature, the emission of harmful gases to the environment and water scarcity, emphasizing the interference of man the these changes. Although the weather suffered changes over the Earth's history, in all time scales, it is clear that the current change presents some different aspects. Climate change in the past were the result of natural phenomena; in turn, the greater part of the current climate change is attributable to human activity particularly over the last 50 years. The problem that gave rise to this work is linked to the importance of the Amazon, which is widely regarded in the context of GCGs, as well as the lack of teaching and learning strategies around this theme. Therefore, this study has the general objective to develop an educational strategy for the teaching and learning process on the GCCs theme, using the potential of Amazonian regional natural resources. The methodology used was action research, developed with 40 students of Degree Biological Sciences (DBS) from the IFAM and 5 teachers who work in related disciplines the research topic. From the survey results, we realize how much is emerging discuss with the academic society on the GCCs, because the impacts suffered by these changes reflect the society as a whole, and often we do not realize that we are responsible for contributing to the changes that our planet has suffered, and are necessary, in addition to behavioral changes, policy interventions committed to the society for the solution of environmental problems. So much students and teachers point out the relevance of the discussion of the knowledge of the GCCs, given the impact that involves the subject and its relation to the Amazon region in terms of conservation and preservation of natural resources to maintain and balance of life on Earth. The use of non-formal spaces (NFS) allowed arouse students' environmental awareness on the conservation and sustainable use of Amazonian ecosystems because of the potential they present to store carbon and contribution in the hydrological cycle. Didactic scripts for teaching about GCCs are important tools for the development of a satisfactory teaching-learning process in order to promote effective science education contextualized to the regional and global reality. The development of educational tools, has proved effective in driving to achieve the proposed objective, encouraging other teachers to use new educational strategies.

Key words: Global Climate Changes. Teaching and Learning. Regional Environments. Teaching guide.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATTO (sigla em inglês) Torre alta da Amazônia

COD Carbono Orgânico do Solo

COS Carbono Orgânico do Solo

COVs Compostos Orgânicos Voláteis

ENFs Espaço não Formal

ENFs Ensino em Espaços Não Formais

FLL Fração Leve Livre

GEE Gases de Efeito Estufa

IFAM Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

INPA Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia

IPCC (sigla em inglês) Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

LBA Experimento de Grande Escala da Biofesra e Atmosfera da Amazônia

LCB Licenciatura em Ciência Biológica

MCGs Mudanças Climáticas Globais

MOS Matéria Orgânica do Solo

MPET Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico

OMM Organização Meteorológica Mundial

PBMC Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

PNUMA Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPC Projeto Pedagógico do Curso

RAINFOR Rede Amazônica de Inventários Florestais

WRI World Resources Institute

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Características do tempo. 27

Figura 2 - Esquema da composição atmosférica. 29

Figura 3 - Esquema representativo do efeito estufa. 31

Figura 4 - Queimada acompanhada de desmatamento. 33

Figura 5 - Dados de emissão de gases de efeito estufa (GEE) 1990 a 2010. 34

Figura 6 - Visão aérea de uma floresta primária. 36

Figura 7 - Torre ATTO. 37

Figura 8 - Esquema representativo do ciclo do carbono. 38

Figura 9 - Emissões de GEE por setor econômico, no mundo relativo ao ano de 2010. 39

Figura 10 - Emissões de GEE por setor econômico no Brasil, relativo ao ano de 2010. 40

Figura 11 - Camada de Ozônio. 41

Figura 12 - A) Mapa da mudança de temperatura média anual observada no período de 1901-2012. B) dados observados e previsão da temperatura média considerando 1986-2005. C) Multi-modelo com projeções de mudanças de temperatura para 2081-2100. 50

Figura 13 - Ciclo hidrológico. 59

Figura 14 - Seca no Amazonas em 2014. 61

Figura 15 - Enchente no Amazonas em 2015. 61

Figura 16 - Frequência das respostas dos alunos quanto à fonte das discussões sobre MCGs. 89

Figura 17 - Frequência das respostas dos alunos quanto ao seu entendimento sobre MCGs. 89

Figura 18 - Percepção dos alunos quanto às causas das MCGs. 90

Figura 19 - Frequência das respostas dos alunos quanto à questão da relação da Amazônia com MCGs. 91

Figura 20 - Respostas dos alunos em relação à importância da Amazônia 93

Figura 21 - Frequência das respostas dos alunos quanto ao ter cursado 94

Figura 22 - Porcentagem das respostas dos alunos quanto ao nível de ensino eles acreditam que deveriam abordar o tema MCGs. 97

Figura 23 - Porcentagem das respostas dos alunos quanto à questão de como eles gostariam que o tema fosse divulgado no IFAM. 98

Figura 24 - Respostas em relação como os alunos gostariam que fossem repassados os conhecimentos sobre as MCGs pelos professores. 99

Figura 25 - Respostas dos alunos em relação às aulas teóricas, se elas são suficientes para a compreensão dos conhecimentos sobre MCGs. 100

Figura 26 - Porcentagem das respostas dos professores em relação ao PPC de LCB. 101

Figura 27 - Porcentagem das respostas dos professores em relação à forma como trabalham o tema das MCGs. 102

Figura 28 - Porcentagem das respostas dos professores em relação ao uso dos recursos didáticos. 103

Figura 29 - Mapa de localização da área de estudo. 119

Figura 30 - Área da campina e campinarana. 120

Figura 31 - Área de floresta primária. 120

Figura 32 - ENF utilizado para a atividade prática, área de Campina, Amazonas. .124

Figura 33 - Componentes da Campinarana. Liteira na superfície do solo. 124

Figura 34 - Componentes da Campinarana: Raízes da superfície de solo. 125

Figura 35 - Componentes: humus. 125

Figura 36 - ENF representado pela Floresta Primária. 126

Figura 37 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 130

Figura 38 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 131

Figura 39 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 132

Figura 40 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 132

Figura 41 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 133

Figura 42 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 134
Figura 43 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 135
Figura 44 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs. 135
Figura 45 - Porcentagem de pessoas que já tiveram contato com livro digital. 150
Figura 46 - Capa e contracapa do Guia didático. 155
Figura 47 - Página inicial dos conhecimentos básicos. 156
Figura 48 - Uso do Power Point 2013 para elaboração dos esquemas. 157
Figura 49 - Paint para construção de alguns esquemas. 158
Figura 50 - Página inicial da plataforma Wix. 159
Figura 51 - Página inicial do site. 159
Figura 52 - Página da descrição da estratégia. 160
Figura 53 - Páginas acesso para alguns conceitos relacionados às MCGs. 161
Figura 54 - Opinião dos alunos quanto ao formato do Guia didático 162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Identificação das disciplinas, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC. 84

Quadro 2 - Identificação dos objetivos das disciplinas, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC. 84

Quadro 3 - Identificação dos conteúdos, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC. 85

Quadro 4 - Identificação das disciplinas, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC. 87

Quadro 5 - Respostas dos alunos em relação ao que eles compreendem como consequências das MCGs.....92

Quadro 6 - Respostas dos alunos quanto as disciplinas que já discutiram sobre as MCGs. 95

Quadro 7 - Relação das disciplinas que os professores atuam. IFAM, 2015. 100

Quadro 8 - Opinião dos professores quanto aos espaços não formais que podem ser utilizados para a discussão das MCGs. IFAM, 2015. 102

Quadro 9 - Compreensão dos alunos quanto a importância de se discutir sobre as mudanças climáticas globais. 105

Quadro 10 - Opinião dos professores em relação a relevância ao se difundir esta temática para alunos dos cursos de graduação. 106

Quadro 11 - Formação dos professores de LCB do IFAM. 107

Quadro 12 - Respostas dos alunos quanto à importância da preservação dos ambientes naturais. 128

Quadro 13 - Serviços ambientais oferecidos pela floresta destacados pelos alunos. 129

Quadro 14 - Alternativas para conter as MCGs segundo os alunos de LCB do IFAM. 136

Quadro 15 - Motivos das escolhas em relação ao formato do Guia didático. 163

Quadro 16 - Descrição das vantagens citadas pelos alunos relacionadas aos recursos didáticos. 163

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 18

OBJETIVOS 23

Geral 23

Específicos 23

CAPÍTULO 1 – MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS 24

1.1 INTRODUÇÃO 24

1.2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE MCGs 26

1.2.1 O Clima, Temperatura e o Aquecimento Global 26

1.2.2 O que são Mudanças Climáticas Globais? 28

1.2.3 Mudança Climática Local (MCL) 29

1.2.4 Efeito estufa e as MCGs 31

1.2.5 Ciclo do Carbono 35

1.2.6 Camada de Ozônio 41

1.3 HISTÓRICO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO 42

1.4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS OU VARIABILIDADE CLIMÁTICA? MITO OU REALIDADE? 44

1.5 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS SOBRE OS AMBIENTES 48

1.5.1 Ambiente atmosférico 48

1.5.2 Ambiente Aquático 51

1.5.3 Ambiente Terrestre 52

1.6 A AMAZÔNIA E AS MCGS 54

1.7 SERVIÇOS AMBIENTAIS QUE A FLORESTA PROPORCIONA 56

1.7.1 Manutenção da biodiversidade 56

1.7.2 Manutenção da temperatura 57

1.7.3 Manutenção do Ciclo da água 58

1.8 AS RELAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E POLÍTICAS FRENTE ÀS MCGs ..62

1.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 64

REFERÊNCIAS 65

CAPÍTULO 2 – O ENSINO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (MCGs) 71

2.1 INTRODUÇÃO 71

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 72

2.2.1 O que preconiza a LDB e os PCNs sobre as discussões acerca dos conhecimentos sobre MCGs 72

2.2.2 A importância do tema MCGs na formação de professores 74

2.2.3 MCGs no ensino de ciências naturais para a formação de uma concepção ambiental 77

2.2.4 MCGs e Educação Ambiental (EA) 78

2.3 METODOLOGIA 80

2.3.1 Procedimentos didáticos 80

2.3.2 População amostral 80

2.3.3 Coleta e análise dos dados 81

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 82

2.4.1 O Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM e as MCGs 82

2.4.2 Diagnóstico dos Alunos e Professores 89

2.4.3. Importância do conhecimento sobre MCGs para os alunos e professores do Curso (LCB) 104

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 109

REFERÊNCIAS 110

CAPÍTULO 3 - USO DE ESPAÇOS NÃO-FORMAIS PARA O ENSINO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA AMAZÔNIA 113

3.1 INTRODUÇÃO 113

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 114

3.2.1 Elementos da floresta como estratégia didática para o ensino de mudanças climáticas globais 114

3.2.2 Espaços não formais como estratégias de ensino de ciências na Amazônia para o desenvolvimento dos conceitos sobre MCGs. 116

3.3 METODOLOGIA 117

3.3.1 Pesquisa 117

3.3.2 Sujeitos da Pesquisa 117

3.3.3 Diagnóstico 118

3.3.4 Descrição dos espaços não formais 118

3.3.5 Roteiro de Visita e desenvolvimento da atividade prática 121

3.3.6 Verificação da Aprendizagem 122

3.4 RESULTADOS 123

3.4.1 Atividade prática e os ENFs 123

3.4.2 Verificação da Aprendizagem 128

3.4.3 Roteiro didático sobre MCGs em ENFs 137

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 141

REFERÊNCIAS 142

CAPÍTULO 4 – RECURSOS TECNOLÓGICOS E O ENSINO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS 146

4.1 INTRODUÇÃO 146

4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 148

4.2.1 Guia didático versão impressa: Estratégia para o Ensino das MCGs 148

4.2.2 O Livro digital (Ebook) como ferramenta educativa 149

4.2.3 O website: Um aliado para o ensino e aprendizagem 151

4.3 METODOLOGIA 152

4.3.1 Publico alvo 152

4.3.2 Procedimentos didáticos 152

4.3.2.1 Material didático 152

4.3.2.2 Estrutura do Guia didático 153

4.3.2.3 Recursos tecnológicos utilizados 153

4.3.2.4 Construção do Site 154

4.3.2.5 Avaliação dos produtos 154

4.4 RESULTADOS 155

4.4.1 O *Guia* - Mudanças Climáticas Globais: Ensino de conceitos relacionados às MCGs em Ambientes Amazônicos 155

4.4.2 O Website como ferramenta para o Ensino das MCGs 158

4.4.4 Avaliação do Guia Didático pelos alunos 162

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 165

REFERÊNCIAS 166

CONCLUSÃO 168

APÊNDICE A – Questionário Aplicado aos alunos do Curso de LCB/IFAM 170

APÊNDICE B – Questionário Aplicado aos Professores do Curso de LCB/IFAM .. 172

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, discute-se bastante na mídia a respeito das Mudanças Climáticas Globais (MCGs), principalmente, no contexto do aumento da temperatura do planeta, da emissão de gases danosos ao ambiente e da escassez de água, ressaltando-se as interferências do ser humano nessas mudanças. Embora o clima tenha apresentado mudanças ao longo da história da Terra, em todas as escalas de tempo, percebe-se que a mudança atual apresenta alguns aspectos distintos. As mudanças do clima no passado decorreram de fenômenos naturais; por sua vez, a maior parte da mudança climática atual é atribuída às atividades humanas particularmente nos últimos 50 anos. O aquecimento global foi detectado por meio do aumento da temperatura média global do ar e dos oceanos, do derretimento generalizado da neve e do gelo nas calotas polares e da elevação do nível dos mares e oceanos. Tais mudanças não podem ser mais negadas (SILVERWWOD-COPE et al., 2011).

Um apontamento recorrente nos relatórios dos países desenvolvidos é o fato de só nos últimos anos a CCE (*Climate Change Education*, Educação para as mudanças climáticas) ter começado a desenvolver uma identidade própria, o que revelaria o quanto esta questão ainda se encontra no seu início. Em alguns países, por exemplo, é o poder público que tem assumido a tarefa de levar adiante, no âmbito da educação, o tema das mudanças climáticas (JACOBI et al., 2011). Estes mesmos autores 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” (p. 143), sobre o tema das mudanças climáticas globais no contexto educativo, e destacam a necessidade de iniciativas educacionais estratégicas para motivar os cidadãos a agir em direção às metas de sustentabilidade.

Dessa forma, pensando na necessidade de uma abordagem em torno do tema das MCGs, propõe-se um levantamento a respeito dessa temática, no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB), como forma de elaborar recursos didáticos para trabalhar tal abordagem em sala de aula, de forma contextualizada e motivadora, incluindo espaços não formais (ENFs) como estratégias para o ensino.

As Ciências do ambiente têm como um dos grandes desafios o aprofundamento e avanços dos conhecimentos sobre as causas e consequências das

MCGs na vida da sociedade contemporânea. Uma das formas de propagação desse conhecimento é por meio das pesquisas que vem sendo realizadas nos últimos anos por uma gama de pesquisadores de todo o Mundo, no sentido de explicar os efeitos dos desmatamentos, efeito estufa, aumento na temperatura do planeta, elevação no nível do mar, emissão de gases na atmosfera, entre outros, na vida dos seres humanos. Nesse contexto, os institutos de pesquisas e Institutos de Ensino Superior (IES) representados pelos pesquisadores e professores têm uma missão de suma importância no sentido de disseminar os conhecimentos sobre esse tema.

Portanto, as MCGs são uma realidade e é por meio da mídia ou de eventos catastróficos que se apresentam de forma inesperada, ocasionando impactos muitas vezes devastadores. Apesar da corrente dos ceticistas, que negam o aquecimento global, e da polêmica sobre a suspeita de manipulação de alguns dados dos relatórios, não há mais argumentos científicos que neguem que um dos agentes dessas mudanças é o próprio ser humano (JACOBI et al, 2011). Esclarece-se aqui que esta pesquisa se propõe a discutir sobre os vários pontos de vista a respeito das MCGs, para uma melhor compreensão sobre os conceitos que envolvem esse tema.

Diante deste quadro, convém, à espécie humana, e também aos pesquisadores e educadores ambientais, um olhar atento sobre os efeitos e vulnerabilidades a que todos estamos expostos diante das MCGs, e os desafios que se colocam aos educadores para conter e minimizar a crise ambiental que vem acelerando os efeitos dessas mudanças, já que é uma questão de responsabilidade e cidadania global (GUERRA, 2013).

Esta dissertação foi estruturada em quatro capítulos, o primeiro discute os conhecimentos relacionados às MCGs, seus conceitos básicos, histórico, questões como: mudanças climáticas ou variabilidade climática, os impactos das MCGs sobre os ecossistemas, a relação da Amazônia e as MCGs, encerrando o capítulo com as relações sociais, econômicas e políticas frente às MCGs. Construindo uma gama de informações, as quais esperamos que contribua para a compreensão dos fatores que estão relacionados à complexidade das MCGs, e favoreça a importância da conservação dos recursos naturais para a manutenção do equilíbrio do planeta. Possibilitando a construção de uma cartilha utilizando os conhecimentos acerca das MCGs, disponibilizando um material acessível aos professores e alunos.

O problema que deu origem ao presente trabalho está vinculado à importância da Amazônia, que é amplamente considerada no contexto das MCGs, assim como a carência de estratégias de ensino aprendizagem em torno desta temática, cujo resultados possam contribuir para a melhor compreensão das questões ambientais, possibilitando que o professor dinamize suas aulas ampliando as ferramentas para o ensino aprendizagem.

Diante de tal problemática foram estabelecidas questões para nortearem as investigações:

1. As disciplinas dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM realizam abordagem sobre o conhecimento relacionado às MCGs, já que é um tema debatido atualmente?

2.Os discentes do IFAM estão preparados para abordar esse tema com seus futuros alunos?

3. Os docentes do IFAM têm discutido em sala de aula sobre o tema MCGs, dada a importância no contexto atual quanto as definições, origem, projeções e consequências?

4. O uso de estratégia didática contextualizada de ensino que aborde os conhecimentos sobre MCGs proporcionará aos discentes e docentes uma melhor compreensão dessa temática, sendo uma alternativa viável na elucidação de dúvidas?

5. A Floresta Amazônica pode ser utilizada como instrumento no processo ensino-aprendizagem dos conhecimentos necessários para a compreensão sobre as MCGs?

6. O uso dos espaços não-formais pode auxiliar na compreensão da importância do tema proposto?

A partir destes questionamentos optamos por realizar um diagnóstico, analisando os documentos norteadores do curso, os conhecimentos dos alunos, as estratégias utilizadas pelos professores que ministram disciplinas correlatas ao conteúdo proposto, além de utilizar espaços regionais amazônicos, caracterizando-os como um recurso a mais para o ensino das MCGs.

O segundo capítulo é composto pelo diagnóstico, aborda sobre o ensino das MCGs nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM. Trazemos uma breve

discussão sobre o papel da escola no ensino das MCGs, a importância das MCGs para o ensino de Ciências naturais e formação de uma concepção ambiental, além de sua relação com a educação ambiental. O capítulo descreve a metodologia utilizada nesta etapa e mostra os resultados obtidos como o diagnóstico. Encerra-se descrevendo a importância do conhecimento sobre MCGs para os alunos e professores do curso de LCB do IFAM.

O terceiro capítulo demonstra a estratégia utilizada para o ensino dos conhecimentos sobre MCGs, sendo composto por uma introdução, descrição da metodologia e descrição das atividades desenvolvidas nos espaços formais (sala de aula) e espaços não-formais (espaços regionais amazônicos). Faz-se necessário que o aluno em formação, futuro propagador do conhecimento, perceba a necessidade de ir além dos manuais propriamente ditos, pois alguns autores afirmam que as aulas desenvolvidas em ENFs de ensino, podem ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, proporcionando ganhos significativos.

Dessa forma é necessário que tenhamos compreensão das diferenças entre Espaço Formal, Não Formal e Informal de aprendizagem. O espaço formal é caracterizado pelo 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. Para esclarecer tais diferenças destacamos as definições abordadas por Gohn (2006, p. 28).

> [...] 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, de 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.

Rodrigues e Martins (2005), apontam que, que a prática de atividades de ciências desenvolvidas em ambientes de ensino não-formal pelas instituições formadoras constitui-se em um fator importante, não só pelas suas potencialidades de divulgação da ciência, mas também como uma nova estratégia de formação contínua “não-formal” de professores.

Tais ENFs de Educação, estão classificados em duas categorias podem ser sugeridas:

> 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 (JACOBUCCI, 2008, p. 56).

Encerramos este capítulo descrevendo sobre a importância dos ENFs para o ensino das MCGs a partir da utilização de um roteiro didático desenvolvido com os alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB) do IFAM.

No quarto capítulo, propomos um Guia didático intitulado *Mudanças Climáticas Globais: uma proposta para o ensino.* Os caminhos percorridos pela pesquisa nos conduziram à elaboração deste material para subsidiar o ensino sobre MCGs em ENFs de ensino, utilizando ambientes amazônicos, com grande potencial para explorarmos tais recursos e ampliar os conhecimentos em torno da temática sugerida.

O principal produto desta dissertação refere-se a estratégia didática para o ensino dos conhecimentos relacionados às MCGs, apresentada em um *Guia*, impresso e disponível por meio um site construído para sua socialização, junto à professores e alunos do curso de LCB/IFAM. Entretanto, o produto aqui elaborado não se restringe a apenas este grupo, ficando disponível para todos os interessados de áreas afins. Esperamos com isso, contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de maneira significativa.

OBJETIVOS

Geral

Desenvolver uma estratégia didática para o processo de ensino aprendizagem sobre a temática MCGs, utilizando as potencialidades dos recursos naturais regionais amazônicos.

Específicos

- Disponibilizar um levantamento bibliográfico atual e contextualizado sobre os conhecimentos relacionados a temática MCGs;
- Verificar a abordagem sobre MCGs a partir da análise do PCN, da LDB e do Projeto Pedagógico do Curso de LCB;
- Utilizar espaços formais e não-formais que reflitam uma situação prática para o desenvolvimento dos conceitos básicos relacionados às MCGs.
- Desenvolver ferramentas a partir de recursos tecnológicos com a inserção de conhecimentos gerais e regionais sobre a Floresta Amazônica como estratégia didática para o conteúdo de MCGs, bem como aplicá-los de forma prática com o intuito de otimizar o processo de ensino e aprendizagem;
- Socializar o recurso tecnológico para a comunidade científica, avaliando a eficácia deste recurso no processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO 1 – MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo disponibilizar um levantamento bibliográfico atual e contextualizado sobre os conhecimentos relacionados a temática MCGs. O 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 afastam o telespectador das discussões e induz as pessoas a apenas 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 climáticas (MARENGO, 2006).

Portanto, considerando uma perspectiva pedagógica, há uma necessidade urgente, em termos metodológicos, de encontrar alternativas de ensino e aprendizagem inovadoras para abordar um tema cujos cenários são problemáticos. A questão mais desafiante, portanto, é criar condições para que as iniciativas educacionais funcionem como estratégia necessárias para motivar os cidadãos a agir em direção às metas de sustentabilidade (GUERRA, 2013).

Com este propósito, serão discutidos neste capítulo vários conceitos que envolvem o tema das MCGs, disponibilizando aos discentes e docentes do curso de LCB um material didático atual, com uma linguagem simples, relacionando a importância dos recursos naturais da Amazônia, afim de que os mesmos estejam preparados para abordar esta temática com maior eficácia no futuro. Além de despertar a consciência ambiental para a preservação dos recursos naturais da Amazônia.

Vários dados dos relatórios gerados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima – IPCC são utilizados nesta pesquisa, portanto, faz-se necessário que conheçamos um pouco do que trata o IPCC e quais são seus objetivos. IPCC é uma sigla em inglês que significa Intergovernmental Panel on Climage Change.

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

O termo mudança do clima usado pelo IPCC refere-se a qualquer mudança no clima ocorrida ao longo do tempo, devida à variabilidade natural ou decorrente da atividade humana. Esse uso difere do da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em que o termo mudança do clima se refere a uma mudança no clima que seja atribuída direta ou indiretamente à atividade humana, alterando a composição da atmosfera global, e seja adicional à variabilidade natural do clima observada ao longo de períodos comparáveis de tempo (IPCC, 2007). Portanto, os relatórios gerados pelo IPCC são mecanismo de divulgação e aproximação da comunidade científica com a sociedade de modo geral.

O primeiro grande efeito das MCGs é o aumento médio da temperatura, que, ao longo deste século, deve ser de 2ºC a 4ºC. Para o funcionamento de qualquer ecossistema, isso pode ter impactos muito importantes sobre a manutenção de suas funções básicas. Essa elevação de temperatura também vai trazer efeitos significativos sobre a saúde humana e vai alterar inclusive o ciclo hidrológico (ARTAXO, 2008).

Dessa forma, os desafios frente às consequências das MCGs vão além das tomadas de decisões políticas, são necessárias mudanças de atitudes, pois, acreditamos que por meio do processo de ensino e diálogo a respeito dessas questões, chegaremos a uma sensibilização das pessoas quanto aos problemas ambientais.

1.2 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE MCGs

De acordo com Artaxo (2008), existem três conceitos fundamentais diferentes nessa área: mudanças globais, mudanças climáticas e aquecimento global. Sobre as mudanças globais: o que está acontecendo com o planeta é que o homem adquiriu tal predomínio, como espécie dominante do mesmo, que vários dos processos naturais biogeoquímicos que governam a composição da atmosfera e o funcionamento dos ecossistemas, ao longo dos últimos 4,5 bilhões de anos de evolução do nosso planeta, estão sendo profundamente alterados.

A deposição de nitrogênio no solo por uso de fertilizantes como amônia, ureia e fertilizantes nitrogenados na agricultura, é um dos exemplos citados por Artaxo (2008), que é muitas vezes maior do que a deposição de nitrogênio natural. A deposição de enxofre nos ecossistemas, por meio da queima de combustíveis fósseis, que causa a chuva ácida são similares. Logo, isso é o que o autor descreve como conceito de mudanças globais, que envolve muito mais do que clima, envolve perda de biodiversidade.

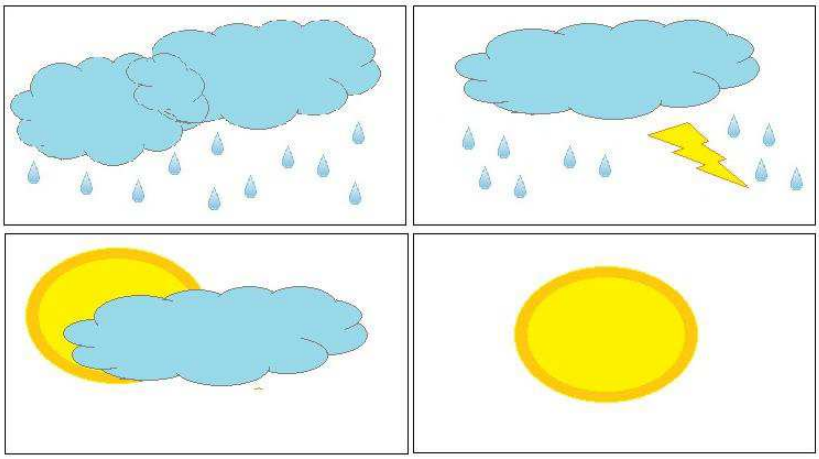
No caso das mudanças climáticas, Artaxo (2008) ressalta que são ocasionadas pelas ações antrópicas, o homem, por meio do aumento da concentração dos gases de efeito estufa, está alterando a composição da atmosfera, e com isso é alterado o balanço de radiação que mantém a vida do nosso planeta. Essa alteração tem uma série de consequências, e uma delas é o aquecimento global, a elevação da temperatura global pelo aumento da radiação termal que está sendo armazenado no planeta, em consequência do aumento dos gases de efeito estufa.

1.2.1 O Clima, Temperatura e o Aquecimento Global

O clima é uma sucessão habitual de estados do tempo (Figura 1), 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).

Figura 1 - Características do tempo.



Fonte: Freitas, 2015.

O relatório AR5 do IPCC, descreve que é muito provável (90% de probabilidade) que a taxa de elevação dos oceanos durante o século 21 exceda a observada entre 1971 e 2010. A expansão térmica resultante do aumento da temperatura e o derretimento das geleiras seriam as principais causas. O aquecimento dos oceanos, diz o relatório, continuará ocorrendo durante séculos, mesmo se as emissões de gases-estufa diminuírem ou permanecerem constantes. A região do Ártico é a que vai aquecer mais fortemente (STOCKER, 2013).

Além disso, estudos recentes mostraram que fatores como mudança de uso da terra e queima de biomassa podem influenciar a temperatura nas regiões da Amazônia, centro-oeste e leste do Brasil, sobretudo na Amazônia e no Cerrado; contudo a magnitude e extensão espacial do sinal de longo prazo dessas influências sobre a temperatura em superfície ainda precisam ser investigados (PBMC, 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 Niña. 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, 2014).

Um aspecto que se conhece hoje sobre a floresta amazônica (Figura 2) é que injeta vapor d'água na atmosfera 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 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 modelagem tinha implicações na quantidade de chuva prevista (ARTAXO, 2014).

1.2.2 O que são Mudanças Climáticas Globais?

A designação ***Mudança Global*** foi primeiramente utilizada em Ciência Política desde os anos 70 no âmbito da definição de mecanismos de segurança e de legislação internacional, antecipando o termo “desenvolvimento sustentável”. A partir dos anos 80, os termos “Mudança Global” e “Mudança Climática” transferiu a ênfase do plano antropocêntrico para o do geocêntrico, sobretudo sublinhando os processos de rápida alteração do Clima e camada de Ozônio, tendência que prevaleceu no decurso da década de 90 (PRICE, 1994, p. 2).

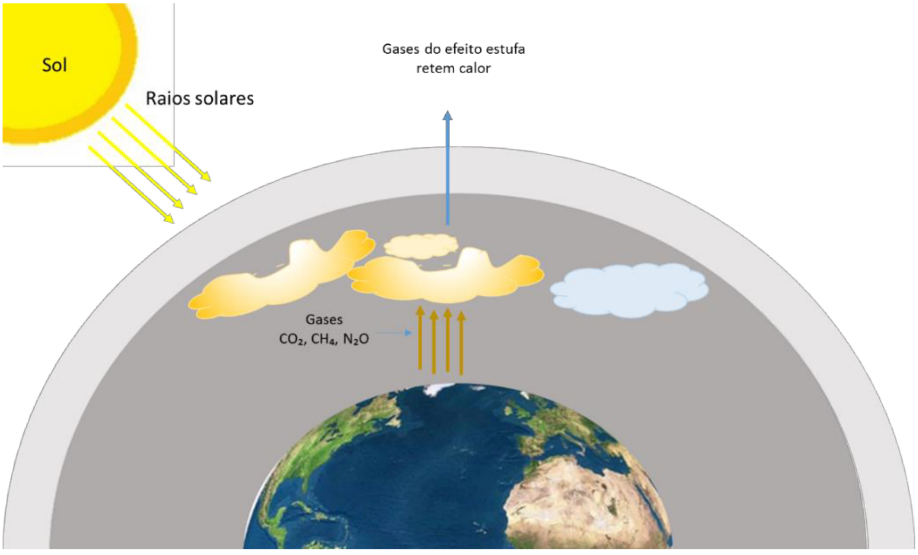
Morais (2008) ressalta que existe, um certo equívoco no uso indiferenciado das designações ***mudança climática*** e ***mudança global***: enquanto a primeira estuda os preocupantes fenômenos da acelerada alteração climática – como o aquecimento global - o estudo da segunda abarca a complexidade das relações entre as atividades

humanas e o ambiente (incluindo, nomeadamente, os impactos socioeconômicos na composição atmosférica, a variabilidade climática, a cobertura vegetal e o uso da terra).

Contudo, mudança global é mais do que mudança climática: os efeitos não climáticos ou antropogênicos parecem superar, a curto prazo, a importância das mudanças climáticas, que, no entanto, são agravadas por ação do homem. As atividades humanas suscitam efeitos múltiplos e interativos que se refletem de uma forma repercutida e complexa através de todo o Sistema Terra. Mudança Global não pode ser percebida em termos de um simples paradigma causa-efeito. Atividades humanas repercutem-se de uma forma multidimensional, na diversidade de escalas espaciais (local-regional), temporal ou setorial (MORAES, 2008).

MCGs é uma alteração na composição da atmosfera (Figura 2), conduzindo à alteração do balanço de radiação solar, 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 2 - Esquema da composição atmosférica.



Fonte: Adaptado de U. S. Environmental Protection Agency, 2015. Disponível em: http://goo.gl/0Mi1H4. Acesso em: 20 jan. 2015.

1.2.3 Mudança Climática Local (MCL)

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 de mudanças climáticas globais é inquestionável, mas o que é de fundamental importância para as nações, as comunidades e a população em geral é como o clima pode ser afetado em cada parte do mundo (MARENGO, 2006).

Assim, como os países possuem responsabilidades históricas diferenciadas quanto à emissão de gases de efeito estufa que contribuem para a mudança climática, há diferença entre os graus de vulnerabilidade dos países frente aos fenômenos sociais e ambientais extremos decorrentes da mudança do clima global. As previsões científicas indicam que os impactos da mudança do clima vão variar conforme as diferenças regionais existentes, tais como o nível de renda e o desenvolvimento tecnológico dos países. Esses fatores também determinarão o nível de vulnerabilidade de cada região e população (SILVERWOOD-COPE et al., 2011).

Se em níveis globais os impactos são significativos, dependendo das características de cada região, tais impactos podem ser ainda mais severos como aponta Artaxo (2008), se as incertezas são grandes. No que diz respeito às estimativas de médias globais, é importante salientar que são ainda maiores quando se produzem avaliações regionais do aumento de temperatura. Os estudos mostram que essa elevação será desigual para as várias regiões do globo. As áreas de altas latitudes (como o Ártico e a Antártica) sofrerão aquecimento mais pronunciado. Por outro lado, as regiões continentais sofrerão aquecimento maior do que as oceânicas.

Em particular, a região ártica poderá se aquecer em torno de 7 graus centígrados ao longo deste século. A América do Sul está sujeita a um aumento de temperatura da ordem de 5 graus centígrados – o que para o ecossistema amazônico poderá significar uma quebra da estabilidade climática. Regiões importantes da África poderão sofrer alterações expressivas, com elevações de temperaturas de 4 a 5 graus centígrados ao longo deste século (ARTAXO, 2008).

De acordo com Silverwood-Cope et al., (2011), nem sempre a região que mais contribui com os efeitos para as mudanças do clima, sofrerão da mesma forma os impactos provocados por estas mudanças. Algumas medidas foram tomadas com

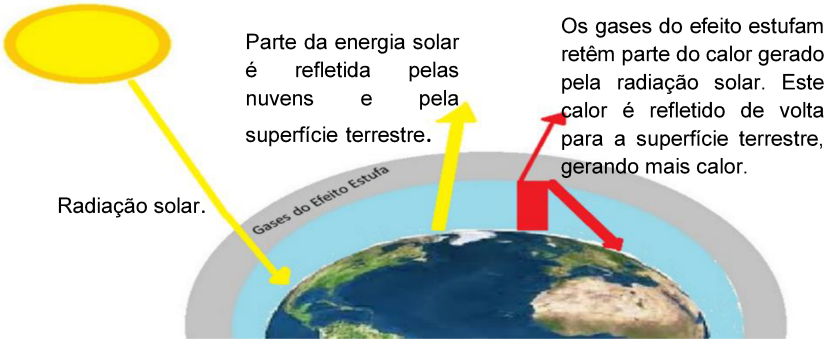
essa preocupação. Como é o caso da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), estabelecida em 1992. O objetivo principal da Convenção foi afirmar o comprometimento dos países com metas de estabilização das concentrações dos gases de efeito estufa na atmosfera. A convenção reconhece que a maior parcela das emissões globais de gases de efeito estufa é originária de países desenvolvidos. Sendo assim, cabe a esse grupo de países o estabelecimento de medidas de redução de suas emissões, assim como o investimento em projetos de conservação ambiental e de captura de carbono em países em desenvolvimento, como o Brasil.

O funcionamento da Convenção se dá, basicamente, por meio da sua Conferência das Partes (COP), que se reúne anualmente, e dos seus grupos de apoio técnicos e administrativos. A COP é o órgão supremo da Convenção que tem uma de suas principais atribuições a elaboração de propostas para a implementação da Convenção e o acompanhamento das ações empreendidas pelos países-partes para que os objetivos da Convenção sejam alcançados (SILVERWOOD-COPE et al., 2011).

1.2.3 Efeito estufa e as MCGs

O efeito estufa (Figura 3) é um fenômeno natural que acontece há milhões de anos sendo necessário para manter o equilíbrio da temperatura da Terra, sem o efeito estufa a temperatura seria 33^0C mais baixa. Este fenômeno ocorre na atmosfera, 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.

Figura 3 - Esquema representativo do efeito estufa.



Fonte: Adaptado de <http://goo.gl/Kt2o6T>. Acesso 20 jan. 2015.

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, consequentemente, 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; ROCHA-FILHO, 1998).

O considerável aumento na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre ocorreu desde a Revolução Industrial, atingindo taxas cada vez mais altas nas últimas décadas conforme apontado pelo IPCC (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 calor entre outros.

A partir do final do século XIX, e ao longo do século XX, houve aumento significativo da produção industrial 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 (NOx), a intensificando o efeito estufa e ocasionando o aquecimento global (OLIVEIRA; NOBRE, 2008).

Em relação a esse aumento dos gases do efeito estufa e sua relação com as MCGs, Xavier (2013) destaca que há uma grande preocupação quanto aos riscos de sua intensificação e quanto aos seus reflexos sobre o clima do planeta. Avalia-se que alterações no Efeito Estufa estejam causando uma MCGs, o que dá uma ideia da dificuldade em desenvolver estudos que prevejam suas consequências, dadas as dimensões e a complexidade deste problema.

Como percebemos, vários são os fatores que auxiliam no aumento dos gases do efeito estufa, dentre eles estão as atividades humanas que liberam Dióxido de carbono (CO_2) que é considerado um grande responsável pelo aumento do efeito estufa. As queimadas (Figura 4) que acompanham o desmatamento determinam as quantidades de gases emitidos não somente da parte da biomassa que queima, mas também da parte que não queima. Quando há uma queimada, além da liberação de gás carbônico (CO_2), são liberados também gases-traço como metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e nitroso de oxigênio (N_2O) (FEARNSIDE, 2002).

Figura 4 - Queimada acompanhada de desmatamento.



Fonte: Marques, 2014.

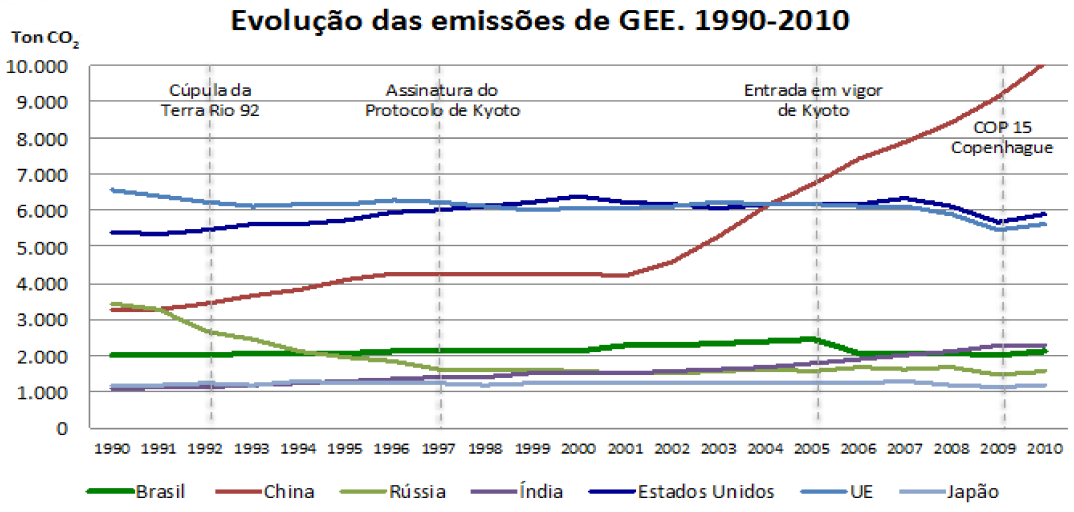
A quantidade de gases de efeito estufa liberadas pelo desmatamento é significante tanto em termos do impacto presente quanto do potencial para contribuição a longo prazo com a continuação do desmatamento da vasta área de florestas restante no Brasil (FEARNSIDE, 2002).

Com o ritmo elevado de crescimento da população mundial é de se esperar a necessidade de aumento na produção de alimentos, sendo muitos deles

preocupantes, como os de origem animal, por contribuírem com as emissões de gases do efeito estufa. Outrossim, o crescimento populacional irá elevar a pressão de sobre ecossistemas naturais, causando novos desmatamentos ou mudanças no uso do solo. Contribuindo em elevar as emissões de gases do efeito estufa, sobretudo nos trópicos (NASCIMENTO et al., 2011).

No entanto, a industrialização e o nível de emissões avançaram nos países em desenvolvimento (Figura 5) 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. 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; PARET, 2015).

Figura 5 - Dados de emissão de gases de efeito estufa (GEE) 1990 a 2010.



Fonte: World Resources Institute (WRI), 2015.

O objetivo principal da Convenção do Clima[1] foi estabilizar a concentração de GEE na atmosfera em um nível seguro, que não comprometa a segurança alimentar e permita a adaptação natural dos ecossistemas, 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 (PBMC, 2014).

1.2.4 Ciclo do Carbono

As florestas de terra firme cobrem cerca de 70% da área do bioma da floresta amazônica (Figura 6) e são mais conhecidas em relação à ciclagem de nutrientes, 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.

[1] Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, fosse criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC). Sob o princípio da precaução, os países signatários comprometeram-se a elaborar uma estratégia global "para proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras". Não obstante, ela enfatiza que as responsabilidades das partes signatárias, embora comuns, devem ser diferenciadas, observando-se as necessidades específicas dos países em desenvolvimento e as dos países mais vulneráveis. Convém destacar que o Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção, que somente começou a vigorar em 29 de maio de 1994, 90 dias depois de ter sido aprovada e ratificada pelo Congresso Nacional. A Convenção estabeleceu como seu objetivo principal estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Para tanto, foram definidos compromissos e obrigações para todos os países (denominados Partes da Convenção), e, levando em consideração o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, foram determinados compromissos específicos para os países desenvolvidos (Brasil, 2013).

Figura 6 - Visão aérea de uma floresta primária.



Fonte: Vilas Boas, 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 7) de 325 metros de altura, sete a mais que a Torre Eiffel, na França para observação das mudanças climáticas (PEDROSA, 2015).

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 7 - Torre ATTO.



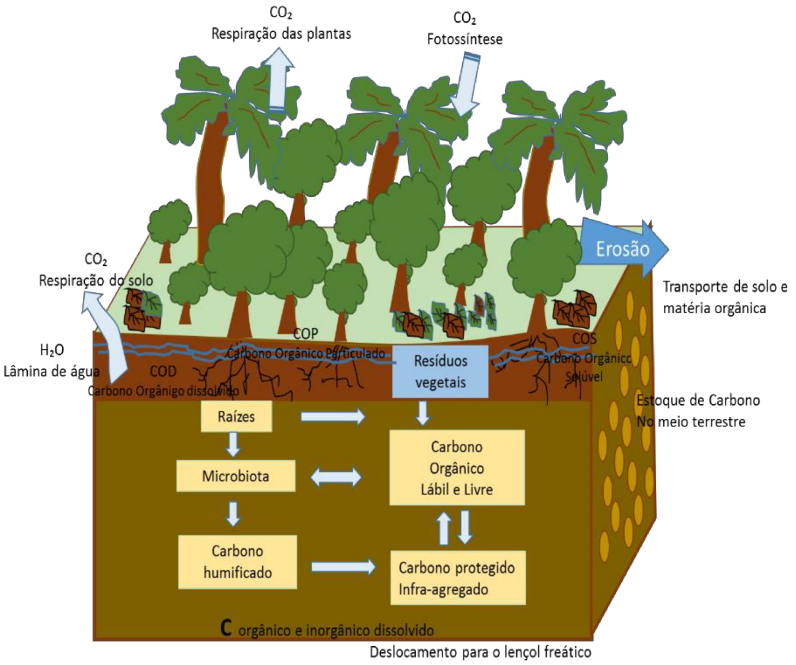
Fonte: Divulgação do INPA, 2015.

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 (Figura 8) pela floresta (PBMC, 2012).

O carbono estocado nas frações do solo reforça a precaução atual em reduzir as explorações de áreas de floresta 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, 2013).

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

Figura 8 - Esquema representativo do ciclo do carbono.



Fonte: Adaptado de <http://goo.gl/djKByy>. Acesso em: 20 jan. 2015.

Os três principais processos responsáveis pelo sequestro 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), 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 sequestro de carbono no solo (LAL, 1997). Em solos brasileiros também foi observado que a adoção do plantio direto favoreceu a agregação do solo aumentando, consequentemente, o acúmulo de carbono (MACHADO, 2005).

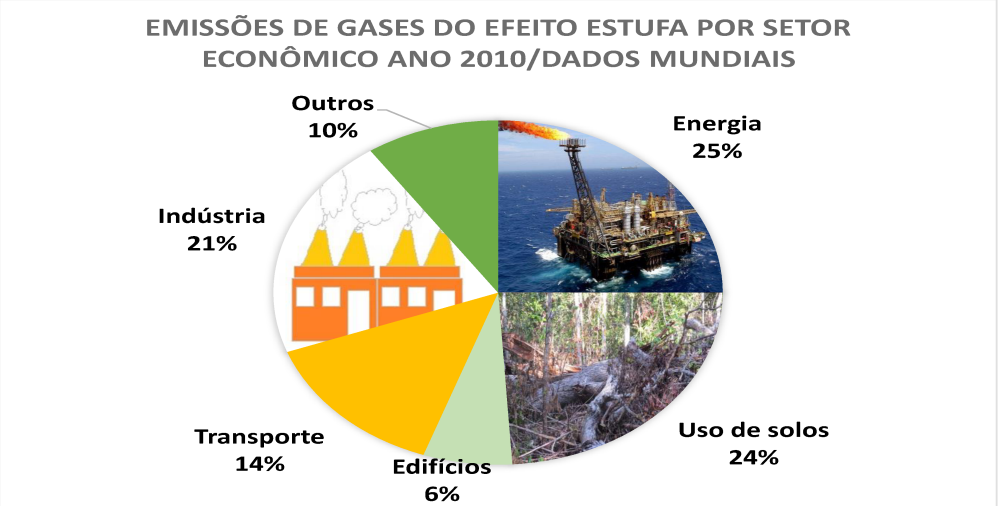
Diante as análises realizadas, o IPCC (2014) destaca em seu quinto relatório que a variabilidade climática e os extremos têm sido importante em muitos contextos de tomada de decisão. Riscos relacionados ao clima veem evoluindo ao longo do tempo devido tanto à mudança climática quanto ao desenvolvimento. Tornando-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, em relação aos parâmetros mundiais (Figura 9) e em nível de Brasil (Figura 10).

Os dados apresentados destacam o total de emissões antrópicas de GEE (Gt CO_2 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 CO_2 devido a incêndios florestais e incêndios de turfa.

Figura 9 - Emissões de GEE por setor econômico, no mundo relativo ao ano de 2010.



Fonte: IPCC, 2014.

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% (PBMC, 2013).

Figura 10 - Emissões de GEE por setor econômico no Brasil, relativo ao ano de 2010.



Fonte: PBMC, 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 CO_2 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 CO_2 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 CO_2 por aplicação de calcário em solos agrícolas e das emissões de CH_4 e N_2O pela queima de biomassa nos solos. O crescimento da vegetação em áreas consideradas manejadas gera remoções de CO_2.

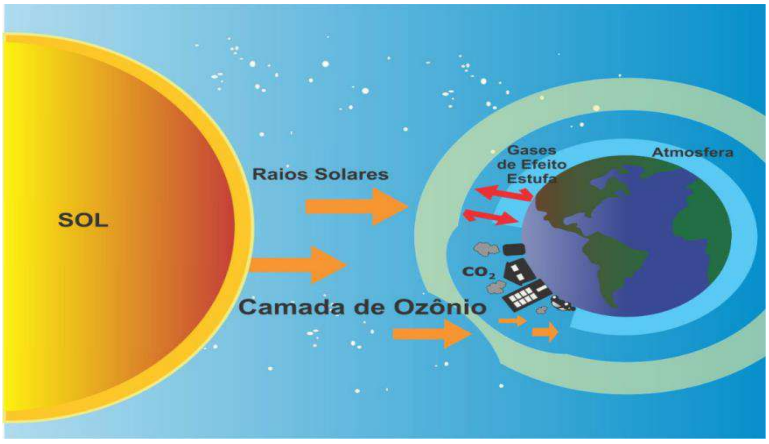
Os dados relacionados às emissões dos GEEs no planeta, mostram os setores de geração de energia como principal emissor, e o uso da cobertura de solo em segundo lugar. O Brasil, tem parcela significativa nessas emissões relacionadas ao uso do solo, quanto ao desmatamento ou a agropecuária.

1.2.6 Camada de Ozônio

O ozônio (Figura 11) naturalmente presente na estratosfera filtra a radiação ultravioleta solar que incide sobre a superfície terrestre. Uma combinação de aumento na concentração de substâncias feitas pelo homem, os clorofluorcarbonos com cristais de gelo em nuvens estratosféricas, destrói parcialmente as moléculas protetoras de ozônio na estratosfera. Essa radiação ultravioleta em excesso causa danos no DNA de todos os seres vivos expostos a ela. (ARTAXO, 2014).

O ozônio é um gás que se forma de 3 átomos de oxigênio atômico. Seu símbolo é O_3. A camada de ozônio é uma região da atmosfera terrestre, em torno de 20 a 30 km de altura, onde a concentração do gás ozônio é maior (DESSLER, 2000).

Figura 11 - Camada de Ozônio.



Fonte: IBF (Instituto Brasileiro de Florestas), 2014.

Segundo Artaxo (2014) a grande inserção de compostos químicos no planeta, bem como metais pesados e poluentes orgânicos mobilizados pela ação do homem, podem se tornar uma ameaça à sustentabilidade da Terra. Esses riscos foram observados quando os CFCs (clorofluorcarbonos) foram introduzidos no ambiente global como gases refrigerantes ou de uso industrial, e posteriormente descobriu-se que causavam danos à camada de ozônio estratosférico.

O aumento nas concentrações de metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), ozônio (O_3) e outros gases de efeito estufa também foi muito significante. As alterações no albedo da superfície terrestre, que quantifica a refletividade do solo associada com mudanças de uso do solo, também foram grandes. A concentração de partículas de aerossóis atmosféricos também afeta fortemente o balanço de radiação terrestre por meio do efeito radiativo direto dos aerossóis bem como de seu efeito na alteração das propriedades e desenvolvimento de nuvens (ARTAXO, 2014).

As altas concentrações de ozônio na troposfera são indesejáveis e resultam de complicados processos fotoquímicos que envolvem as emissões, naturais e artificiais, de óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos. Na troposfera é onde ocorre a maior parte das reações químicas envolvendo as espécies presentes na atmosfera, bem como nela também estão presentes os principais mecanismos de remoção de substâncias e processos climáticos e meteorológicos (MARTINS et al., 2003).

Pois, acima da troposfera tem-se a estratosfera, que vai até uma altitude de aproximadamente 50 km, delimitada pela estratopausa. Nesta camada, a temperatura obedece a um gradiente positivo, resultante da energia de reações fotoquímicas envolvendo o ozônio e oxigênio molecular. Cerca de 90% do ozônio contido na atmosfera está na estratosfera, sendo este ozônio responsável pela filtração da radiação ultravioleta de alta energia, proveniente da luz solar (MARTINS, 2003).

1.3 HISTÓRICO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO

A Terra sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, da mesma forma que períodos de intensa atividade geológica lançaram à superfície quantidades colossais de gases que formaram de tempos em tempos uma espécie de

bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Ocorre que, atualmente, a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento (MARENGO, 2006).

No final de setembro de 2013, foi apresentada a contribuição do Grupo I ao Quinto Relatório de Avaliação (AR5). O AR5 reafirma que o aquecimento do sistema climático é inequívoco e, desde os anos 1950, muitas das mudanças observadas não têm precedentes em décadas ou milênios. A atmosfera e o oceano se aqueceram, a quantidade de gelo e neve diminuiu, o nível do mar se elevou e as concentrações de GEE aumentaram. Cada uma das últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície terrestre que qualquer década anterior desde 1850. No Hemisfério Norte, o período 1983–2012 constitui provavelmente[2] os trinta anos mais quentes dos últimos 1.400 anos. Entre as conclusões do AR5 do IPCC, destaca-se que as emissões continuadas de GEE (Gases de Efeito Estufa) causarão mais aquecimento e alterações em todos os componentes do sistema climático. Para limitar as mudanças do clima, é necessário que haja reduções substanciais e sustentadas de emissões de GEE (JURAS, 2013).

O quinto Relatório do IPCC (2014) na sua versão final, analisou dados que não constaram nos estudos do relatório anterior, e usou modelos teóricos aperfeiçoados, com o intuito de destacarmos essa perspectiva do passado, presente e futuro, descreveremos a seguir as conclusões que trazem o relatório:

O mundo aqueceu em média 0,85ºC entre 1880 e 2012. A atmosfera e os mares aqueceram, o gelo e a neve diminuíram, e as concentrações de gases do efeito estufa aumentaram. A manifestação do fenômeno sobre o mundo, bem como dos seus efeitos, não é uniforme, e o Ártico é onde o aquecimento se faz sentir com maior intensidade. A principal causa do aquecimento atual é, com elevadíssimo grau de certeza, a emissão de gases estufa pelas atividades humanas, destacando a emissão de gás carbônico. As três últimas décadas foram as mais quentes desde 1850. O aumento da temperatura entre a média do período 1850-1900 e a média do período 2003–2012 foi em média 0,78ºC.

[2] “Provável” corresponde à probabilidade 66%–100%.

Os oceanos têm acumulado a maior parte do aquecimento, servindo como um amortecedor para o aquecimento da atmosfera, estocando mais de 90% da energia do sistema do clima e muito gás carbônico. No entanto, à medida que o oceano aquece, ele perde capacidade de absorver gás carbônico, o que pode acelerar os efeitos atmosféricos quando ele atingir a saturação. O nível do mar aumentou em cerca de 19 cm entre 1901 e 2010 devido à expansão térmica das águas. No cenário mais pessimista, a elevação pode chegar a mais de 80cm até 2100. O gelo está em recuo acelerado na maior parte das regiões frias do mundo.

O regime de chuvas, as correntes marinhas e o padrão dos ventos estão sendo perturbados, aumentando a tendência de secas e enchentes. Os efeitos se combinam para gerar novas causas, com tendência a amplificar em cascata o aquecimento e agravar suas consequências. O aquecimento produz efeitos de longo prazo e afeta toda a biosfera. Se as emissões continuarem dentro das tendências atuais, o aquecimento vai aumentar, podendo chegar a 4,8ºC até 2100, os efeitos negativos se multiplicarão e perturbarão todos os componentes do sistema climático, com graves repercussões sobre o bem-estar da humanidade e de todas as outras formas de vida (IPCC, 2014).

Frente a inúmeras previsões, que podem transformar a vida de cada ser no planeta, exige que tomemos consciência do cenário que está sendo formado e percebamos nossas responsabilidades, para contribuirmos positivamente diante a crise que estamos vivenciando, sendo primordial, a tomada urgente de medidas mitigadoras dos efeitos danosos causados pelas MCGs.

1.4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS OU VARIABILIDADE CLIMÁTICA? MITO OU REALIDADE?

Considerando os avanços científicos sintetizados pelos relatórios do IPCC e os estudos recentes observacionais e de modelagem sobre a variabilidade climática de longo prazo e mudanças climáticas futuras, chega se à conclusão de que o clima, de fato, está mudando global e regionalmente (OLIVEIRA; NOBRE, 2008). Neste tópico serão destacados alguns eventos naturais e de causas antropogênicas.

Artaxo (2008), destaca que o clima do planeta é dominado por processos naturais e por processos associados à ação do homem. Entre os processos naturais relevantes estão alterações no brilho do sol, emissões de aerossóis vulcânicos e uma série de processos que alteram a biosfera do planeta. O que aconteceu é que, até 150 anos atrás, esses processos dominavam o balanço de radiação atmosférica. Nos últimos 150 anos, devagarinho a ação do homem começou a tomar conta não só da superfície do planeta, mas também da composição da atmosfera. Particularmente nos últimos trinta anos, isso fez com que a concentração dos gases de efeito estufa aumentasse de 280 partes por milhão para 375 partes por milhão, e a concentração de metano dobrasse, o que está causando o aquecimento global. Hoje não há a menor dúvida, dentro de 95% de confiabilidade, de que a causa do aquecimento global dos últimos 150 anos é a ação do homem.

Sabe-se que as mudanças climáticas naturais ocorreram, e os principais fatores que as induzem são a deriva dos continentes, as variações da quantidade de radiação solar que chega a Terra, as variações dos seus parâmetros orbitais, a quantidade de aerossóis naturais (provenientes de fontes minerais, incêndios florestais de origem natural e o sal marinho), as erupções vulcânicas e fenômenos climáticos que podem modificar o clima localmente, tais como: furacões, tempestades violentas e os fenômenos El Niño e La Niña (ARTAXO, 2008).

Os autores destacam ainda que, variações na órbita da Terra, e as consequentes variações da quantidade de calor que é recebida nos diferentes locais influenciaram na determinação das variações climáticas do passado. Com a variação da radiação solar por motivos astronômicos há variação no volume de gelo e consequentemente na temperatura global. A teoria matemática do clima baseada nas variações sazonais e latitudinais da radiação solar é conhecida como Teoria de Milankovitch, descoberta pelo sérvio Milutin Milankovitch no início do século passado. A Teoria de Milankovitch está baseada nas variações cíclicas de três elementos, o que ocasiona variações na quantidade de energia solar que chega a Terra.

1. Precessão: mudanças na orientação do eixo rotacional da Terra. Essas mudanças alteram as datas do periélio e do afélio, portanto aumentam o contraste sazonal em um Hemisfério e diminui em outro. O período médio é de 23 mil anos.

2. Mudanças na obliquidade: mudança na inclinação do eixo da Terra. Influenciam na magnitude da mudança sazonal, ou seja, quando a inclinação é maior as estações são mais extremas (os invernos são mais frios, e os verões mais quentes), e quando a inclinação é menor, as estações são mais suaves em ambos os Hemisférios. Atualmente a inclinação é de 23,5º. O período médio é de 41 mil anos, variando entre as inclinações de 21,5º e 24,5º. Quando os verões são mais frios, significa que há maior permanência de neve e gelo nas altas latitudes, o que contribui para um feedback positivo, ou seja, mais neve, significa albedo maior, portanto maior resfriamento.

3. Variações na ecentricidade: a ecentricidade está relacionada com a órbita da Terra em relação ao Sol ser mais elíptica (alta ecentricidade) ou mais circular (baixa ecentricidade). Atualmente existe uma diferença de 3% entre a maior aproximação (periélio) e o afélio. Essa diferença na distância significa 6% da insolação entre janeiro e julho. Quando a órbita está mais elíptica a diferença da insolação é da ordem de 20 a 30% entre janeiro e julho. O período é de 90 mil a 100 mil anos. Juntos, os períodos desses movimentos orbitais tornaram-se conhecidos como ciclos de Milankovitch.

Outro fator que os mesmos autores (2008) destacam, que induz mudanças climáticas naturais é a concentração de aerossóis de origem natural na atmosfera. Os aerossóis são partículas em suspensão na atmosfera, como por exemplo, poeira, pólen etc., em estado líquido ou sólido. Os aerossóis têm papel inquestionável no balanço de energia do sistema Terra-atmosfera, pois podem absorver radiação influenciando assim no balanço de energia. Todavia, são as erupções vulcânicas que produzem os maiores impactos relacionados aos aerossóis na atmosfera. Isto se dá principalmente por três motivos:

1) a grande quantidade de aerossóis que são lançados na atmosfera quando há uma erupção vulcânica;

2) dependendo da intensidade da erupção vulcânica os seus aerossóis podem atingir a estratosfera, e como praticamente não há comunicação entre a troposfera (camada mais baixa da atmosfera, entre a superfície e aproximadamente 12 km de altitude) e a estratosfera (camada da atmosfera entre aproximadamente 12 e 50 km de altitude), esses aerossóis podem ficar nessa camada da atmosfera por até

cerca de dois e três anos, fazendo com que chegue menos radiação solar à superfície, influenciando assim no balanço de energia do sistema Terra-atmosfera;

3) os vulcões emitem na atmosfera dióxido de enxofre que vai reagir com o vapor d'água, formando então o ácido sulfúrico, por consequência, a chamada chuva ácida. Erupções vulcânicas como as do El Chichon no México em 1982 e do Tambora na Indonésia em 1815, lançaram na atmosfera cerca de 7 e 175 mil mega toneladas de ácido sulfúrico, respectivamente.

Descritas algumas mudanças relacionadas aos eventos naturais, destacam-se a partir deste ponto as causas antropogênicas, as quais estão associadas às atividades humanas pelo aumento da poluição por queima de combustíveis fósseis, queimadas, desmatamento, formação de ilhas de calor etc. Com isso, há também um crescente aumento da temperatura global, que apresenta a variação da temperatura global média desde 1860 em relação ao período de 1951-1980. Da mesma forma, também há um aumento médio global da temperatura da superfície do mar (OLIVEIRA; NOBRE, 2008).

Destacam ainda que, os países desenvolvidos são os principais emissores de dióxido de carbono na atmosfera, todavia, em alguns países em desenvolvimento, é também grande a quantidade de emissão de dióxido de carbono por mudanças no uso do solo. No caso do Brasil, 75% das emissões de dióxido de carbono são provenientes de mudanças no uso do solo e da terra, e por queimadas. É importante ressaltar que o CO_2 não é o único gás de efeito estufa que vem aumentando em concentração na atmosfera em virtude das atividades humanas. Há também aumento das concentrações de metano, óxidos de nitrogênio, ozônio troposférico e vapor d□água.

Diante disto, variabilidade natural do clima é aquela que acontece no curto prazo, entre estações, e pode ser provocada tanto por fenômenos locais quanto globais, mas sem alterar a curva de distribuição dos parâmetros climáticos. No entanto, a mudança climática é aquela que acontece no longo prazo, alterando os parâmetros que definem o clima (CÂNDIDO et al., 2014).

1.5 IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS SOBRE OS AMBIENTES

1.5.1 Ambiente atmosférico

A presença de vapor de água determina em grande parte as propriedades da atmosfera do nosso planeta. As características radiativas da água, em seus três estados de fase, determinam a magnitude do efeito estufa, do albedo planetário e, portanto, da temperatura da superfície da Terra. Essas e as propriedades térmicas da molécula H_2O determinam a intensidade do ciclo hidrológico e influenciam a estrutura termodinâmica da troposfera e a circulação dos ventos (BARBOSA, 2014).

A alteração da atmosfera pelo homem explica uma parte do reaquecimento constatado desde o fim do século XIX. A continuidade e a durabilidade dessa alteração tornam provável, pelo reforço crescente do efeito estufa e pelo nível mais alto, se não pela diminuição do efeito guarda-sol, um reaquecimento bem mais marcante daqui até o fim do século XXI (KANDEL, 2007). Com isso o clima vem sendo modificado.

Vários impactos são destacados pelo relatório do IPCC (STOCKER, 2013), para os diferentes biomas, a temperatura da Caatinga também deverá aumentar entre 0,5ºC e 1ºC e as chuvas no bioma diminuirão entre 10% e 20% até 2040. Entre 2041 e 2070 o clima da região deverá ficar de 1,5ºC a 2,5ºC mais quente e o padrão de chuva diminuir entre 25% e 35%. Até o final do século, a temperatura do bioma deverá aumentar progressivamente entre 3,5ºC e 4,5ºC e a ocorrência de chuva diminuir entre 40% e 50%. Tais mudanças podem desencadear o processo de desertificação do bioma.

Por sua vez, a temperatura no Cerrado deverá aumentar entre 5ºC e 5,5ºC e as chuvas diminuirão entre 35% e 45% no bioma até 2100. No Pantanal, o aquecimento da temperatura deverá ser de 3,5ºC a 4,5ºC até o final do século, com diminuição acentuada dos padrões de chuva no bioma – com queda de 35% a 45%. Já no caso da Mata Atlântica, como o bioma abrange áreas desde a região Sul do país, passando pelo Sudeste e chegando até o Nordeste, as projeções apontam dois regimes distintos de mudanças climáticas (STOCKER, 2013).

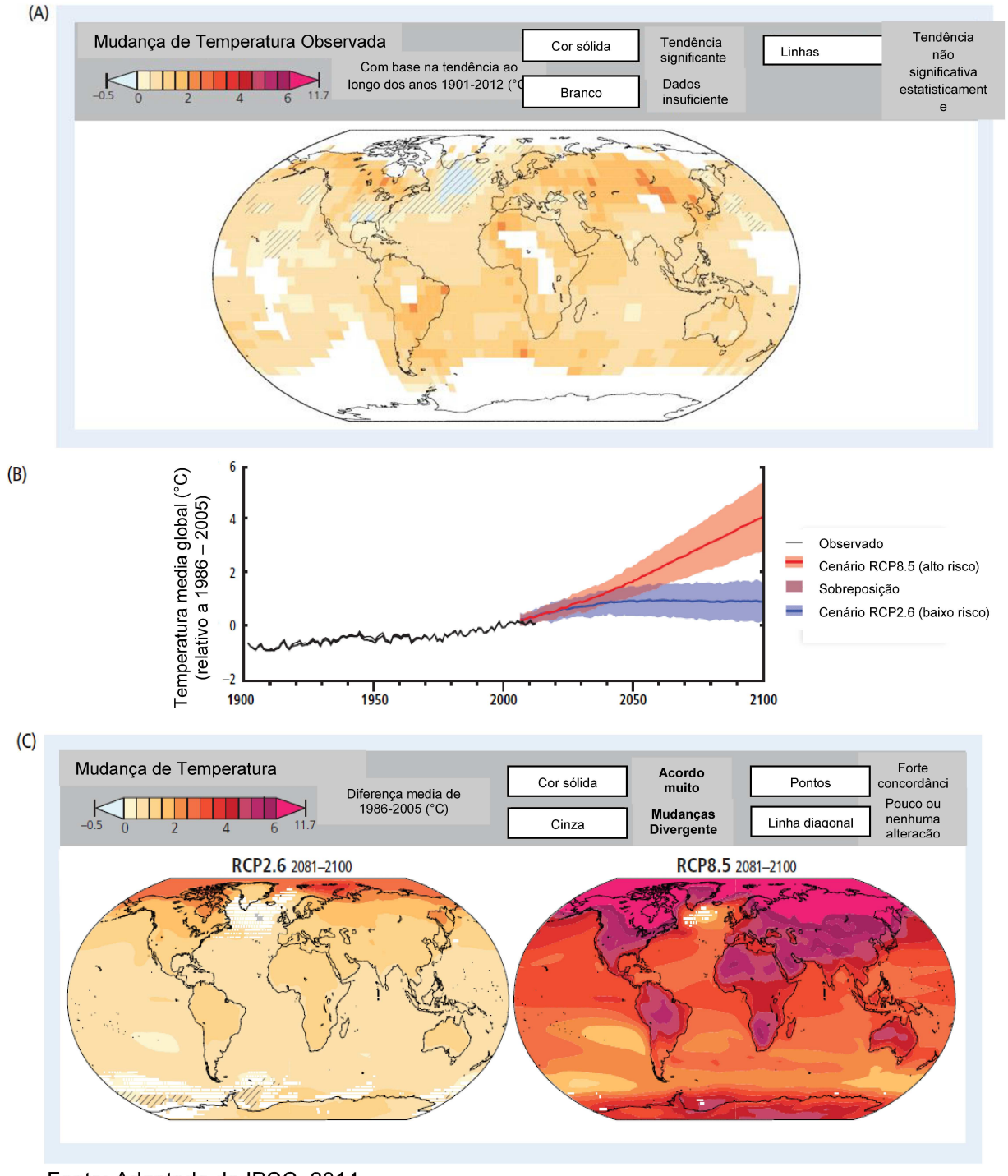
Na porção Nordeste deve ocorrer um aumento relativamente baixo na temperatura – entre 0,5ºC e 1ºC – e decréscimo nos níveis de precipitação (chuva)

em torno de 10% até 2040. Entre 2041 e 2070, o aquecimento do clima da região deverá ser de 2ºC a 3ºC, com diminuição pluviométrica entre 20% e 25%. Já para o final do século – entre 2071 e 2100 –, estimam-se condições de aquecimento intenso – com aumento de 3ºC a 4ºC na temperatura – e diminuição de 30% a 35% na ocorrência de chuvas (STOCKER, 2013).

Nas porções Sul e Sudeste as projeções indicam aumento relativamente baixo de temperatura entre 0,5ºC e 1ºC até 2040, com aumento de 5% a 10% no número de chuva. Entre 2041 e 2070 deverão ser mantidas as tendências de aumento gradual de 1,5ºC a 2ºC na temperatura e de 15% a 20% de chuvas. Tais tendências devem se acentuar ainda mais no final do século, quando o clima deverá ficar entre 2,5ºC e 3ºC mais quente e entre 25% e 30% mais chuvoso. Por fim, para o Pampa, as projeções indicam que até 2040 o clima da região será entre 5% e 10% mais chuvoso e até 1ºC mais quente. Já entre 2041 e 2070, a temperatura do bioma deverá aumentar entre 1ºC e 1,5ºC e haverá uma intensificação das chuvas entre 15% e 20%. As projeções para o clima da região no período entre 2071 e 2100 são mais agravantes, com aumento de temperatura de 2,5ºC a 3ºC e ocorrência de chuvas entre 35% e 40% acima do normal (STOCKER, 2013).

A Figura 12 ilustra a projeção do aquecimento sob um cenário de mitigação de emissões baixas e um cenário de alta de emissão [Representante Caminhos de concentração (RCP's) 2.6 e 8.5], juntamente com as mudanças de temperatura observados. Projetado aumento da temperatura global ao longo das próximas décadas é semelhante em cenários de emissões (Figura 12B) durante este período, a curto prazo, os riscos vão evoluir como tendências socioeconômicas interagindo com a mudança do clima.

Figura 12 - A) Mapa da mudança de temperatura média anual observada no período de 1901-2012. B) dados observados e previsão da temperatura média considerando 1986-2005. C) Multi-modelo com projeções de mudanças de temperatura para 2081-2100.



Fonte: Adaptado de IPCC, 2014.

Diante disto, o IPCC (2014) destaca em seu relatório que a variabilidade climática e os extremos têm sido importante em muitos contextos de tomada de decisão. Riscos relacionados ao clima estão agora a evoluir ao longo do tempo devido tanto à mudança climática quanto ao desenvolvimento.

1.5.2 Ambiente Aquático

Um dos principais meios pelos quais as mudanças climáticas influenciam os ecossistemas da Terra é a água e assim o sustento, o bem-estar e a manutenção das sociedades. O aquecimento global ocasiona algumas mudanças no ciclo hidrológico global, podendo assim acelerá-lo ou ampliá-lo.

O aumento de temperatura devido às mudanças climáticas tem efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico, alterando os montantes pluviométricos, sua distribuição temporal e espacial (frequência de secas e enchentes), afetando, portanto, processos hidrológicos tais como o escoamento e a infiltração. Estas mudanças irão afetar o armazenamento de água no solo e, consequentemente, a recarga dos aquíferos. 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, 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, 2011).

A disponibilidade de água no Brasil depende em grande parte do clima. O ciclo anual das chuvas e de vazões no país varia entre bacias, e de fato a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos de El niño, La niña, ou à variabilidade na temperatura da superfície do mar do atlântico tropical e sul podem gerar anomalias climáticas, que produzem grandes secas, como em 1877, 1983 e 1998 no nordeste, 2004-2006 no sul do Brasil, 2001 no Centro-oeste e sudeste, e em 1926, 1983, 1998 e 2005 na Amazônia (MARENGO; DIAS, 2006). Adicionalmente, os riscos derivados das mudanças climáticas, sejam naturais sejam de origem antropogênica, têm levantado grande preocupação entre os círculos científicos, políticos, na mídia e também na população em geral (MARENGO, 2008).

As evidências científicas apontam para o fato de que as mudanças climáticas representam um sério risco para os recursos de água no Brasil. Não só as mudanças do clima futuras representam risco, mas a variabilidade climática também; é só lembrar as secas da Amazônia, do nordeste, do sul e do sudeste do Brasil nos últimos dez anos, que têm afetado a economia regional e nacional. O impacto das variações e mudanças do clima pode ser acrescentado por outros fatores não-ambientais, como os aspectos políticos e sociais, e todos juntos podem gerar um custo elevado para a sociedade (MARENGO, 2008).

Portanto, 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, com o intuito de suscitar uma mudança de comportamento frente a essas demandas.

1.5.3 Ambiente Terrestre

Vários são os efeitos das MCGs sobre os ecossistemas terrestres, diretos e indiretamente, temperatura e precipitação desempenham papéis fundamentais em determinar onde espécies de plantas e animais podem viver, crescer e se reproduzir. Dessa forma, ao alterar a temperatura e a distribuição de chuvas no planeta, a mudança climática poderá modificar tanto a distribuição dos seres vivos como a dinâmica dos ecossistemas terrestres e aquáticos. A mudança climática pode resultar em perdas significativas de biodiversidade em grande escala; e estimativas atuais apontam que entre 15% e 37% das espécies podem estar propensas à extinção em 2050, (PBMC, 2013).

Além disso, à medida que a frente agrícola se expande, a mudança no uso e ocupação do solo leva a alterações nos ecossistemas da Amazônia. O desmatamento e a subsequente queima de biomassa resultam na injeção de grandes volumes de gases de efeito estufa e aerossóis e podem exacerbar as mudanças já produzidas pela variação climática natural (MARENGO, 2011).

O panorama se torna ainda mais preocupante quando a mudança climática combina com a crescente perda dos ambientes naturais. No Brasil, as taxas atuais de

desmatamento vêm resultando em um crescente processo de fragmentação de hábitats (PBMC, 2013).

As florestas de terra firme cobrem cerca de 70% da área do bioma da floresta amazônica e são mais conhecidas em relação à ciclagem de nutrientes, 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. Em processos bioquímicos, como a fotossíntese e vários outros, se produz matéria orgânica e libera-se oxigênio. Uma parte dos compostos orgânicos produzidos é usada pelas árvores para se manter (respiração, que produz CO_2, como nos humanos); enquanto uma outra parte permanece na árvore, gerando crescimento, em forma de tecidos que vão se constituir em madeira, raízes e folhas (ARTAXO et al., 2014).

Para Prado et al., (2010), os sistemas conservacionistas associam a redução drástica do revolvimento do solo à rotação de diferentes usos e culturas; à manutenção permanente da cobertura do solo; ao manejo integrado de pragas, doenças e de plantas daninhas; à seleção de espécies vegetais e ao desenvolvimento de variedades e cultivares mais produtivas e adaptadas; aos sistemas de adubação mais racionais; e à muitas outras tecnologias adaptadas aos diferentes sistemas de produção. Por serem desenvolvidos para as condições de solo e clima existentes em cada região, os sistemas conservacionistas vêm se tornando mais frequentes na paisagem, recuperando áreas degradadas e dando renda aos agricultores. Destacam-se, entre outros, os sistemas agroflorestais, a integração lavoura-pecuária-floresta e o sistema de plantio direto.

Portanto, a ampliação de pesquisas e do uso de práticas agroecológicas, considerando o planejamento regional e local, de forma participativa, permitirá, cada vez mais, que pequenos e grandes agricultores, em sistemas de produção familiar e empresarial, produzam alimentos e matérias primas de qualidade, e ainda promovam a conservação dos recursos naturais e se mantenham em suas regiões de origem (PRADO et al., 2010).

1.6 A AMAZÔNIA E AS MCGS

Atualmente, algumas pesquisas revelam que o desmatamento e as queimadas 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.

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 e secas prolongadas, são fatores adicionais de estresse para os ecossistemas e a vida das populações.

Fearnside (2008) destaca que as florestas tropicais são vulneráveis as MCGs. Pois, as projeções das mudanças de clima ameaçam a biodiversidade destas florestas bem como os povos tradicionais e outros que dependem das florestas para o seu sustento. Também, ameaçam os serviços ambientais providos pelas florestas a outros locais, tanto próximo como longe das próprias florestas.

Emissões de gases do efeito estufa provocadas pela mortalidade da floresta devido à mudança de clima, fazem parte de uma relação de retroalimentação positiva em potencial que conduz a cada vez mais aquecimento e mais mortalidade. A floresta amazônica é um foco de preocupação tanto por causa dos impactos particularmente severos de mudanças de clima previstas para esta área como porque a vasta extensão desta floresta dá a ela um papel significativo na intensificação ou na mitigação de futura mudança de clima (FEARNSIDE, 2008).

Segundo Moss et al. (2012), a chuva que cai sobre a Floresta Amazônica logo é evaporada pelo calor do sol tropical e pela ação da evapotranspiracão das árvores. Dessa forma, o ar é sempre recarregado com mais umidade, que continua sendo transportada rumo ao oeste para cair novamente como chuva mais adiante. Ao encontrar a barreira natural formada pela Cordilheira dos Andes, as massas de ar ainda carregadas de vapor d'água são forçadas rumo ao sul e trazem a umidade para outras regiões do país. Essa umidade, eventualmente, transforma-se em chuva.

No entanto, é essa ação de transporte de enormes quantidades de vapor d'água pelas correntes de ar que recebe o nome de rios voadores. A umidade que paira sobre os oceanos, produto da evaporação da água do mar, é levada aos continentes por correntes aéreas que obedecem quase sempre o mesmo traçado. No caso do Brasil, são os ventos alíseos os responsáveis pelo transporte desse gigantesco volume de água (MOSS et al., 2012).

Marengo et al. (2011) destaca que estudos mostram a importância da Amazônia para o clima global e como uma provedora de serviços ambientais para o Brasil. Eles fornecem evidências sobre um ponto de inflexão no ecosistema da floresta, a partir do qual poderá haver um colapso parcial desse ecossistema. Apontam também que desde 2006 o desmatamento na Amazônia mudou.

Por meio de um melhor monitoramento, rigorosas ações legais e práticas de mercado responsáveis, o desmatamento na Amazônia diminuiu de 27.000 km2 em 2004 para 6.500 km2 em 2010. Na conferência climática de Copenhague em 2009, o governo brasileiro fez uma promessa incondicional para conter o desmatamento na Amazônia em 80% em 2020, comparado a 2005. Dados recentes divulgados pelo INPE mostram que o Brasil está mantendo seus compromissos (MARENGO et al., 2011).

Portanto, ao reduzir o desmatamento na Amazônia, o Brasil tem evitado uma ameaça imediata. Se o ritmo do desmatamento tivesse continuado na tendência dos anos 2000, um colapso em médio prazo poderia suceder-se. No entanto, a Amazônia enfrenta uma ameaça que o Brasil sozinho não pode evitar. Se as nações desenvolvidas não assumirem suas responsabilidades históricas e reduzirem suas emissões per - capita de gases de efeito estufa, os ecossistemas amazônicos podem se colapsar (MARENGO et al., 2011).

A Floresta Amazônica presta vários serviços ambientais valiosos e por ser a principal floresta tropical do mundo, possui um papel muito importante no contexto das mudanças climáticas. Além de armazenar uma quantidade enorme de carbono em suas árvores, a floresta ainda absorve parte do gás carbônico da atmosfera, por meio da fotossíntese (HIGUCHI; CAMPOS, 2009).

Atualmente, estima-se que, só as florestas do estado do Amazonas, possuam estocadas cerca de 24 bilhões de toneladas de carbono. Isso equivale a 160 bilhões

de barris de petróleo, a mesma quantidade que obteríamos com as termelétricas de Manaus queimando diesel por 8 anos. A importância das florestas no combate ao aquecimento global é consenso em todo o mundo (HIGUCHI; CAMPOS, 2009).

Outros serviços ambientais que a floresta exerce são: manutenção do ciclo da água; conservação da biodiversidade; manutenção da estabilidade do clima, ciclo do carbono. Fica evidente que a conservação dos ecossistemas amazônicos, permite que estes serviços ambientais estejam disponíveis, mantendo o equilíbrio necessário para a manutenção da vida no planeta Terra.

1.7 SERVIÇOS AMBIENTAIS QUE A FLORESTA PROPORCIONA

1.7.1 Manutenção da biodiversidade

O Brasil é considerado o país de maior biodiversidade do planeta, o que representa para nós uma grande oportunidade de obtenção de benefícios advindos de seus recursos genéticos, entretanto, também grandes responsabilidades requeridas para a sua conservação e uso sustentável. Por outro lado, com a crescente crise por que passa a humanidade, em função da real constatação dos impactos antrópicos ocasionando as denominadas MCGs, a preocupação com a rica flora e fauna brasileira passa a tomar dimensão estratégica (KAGEYAMA; GANDARA, 2008).

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. A floresta amazônica, apesar de não ser considerada um hotspot em função da extensão de área ainda remanescente, possui grande biodiversidade, relevantes estoques de carbono, funciona como importante reguladora dos fluxos regionais de água, mas encontra-se ameaçada pelas alterações do clima, intensificação de queimadas e conversão de áreas, em especial na faixa de transição com o bioma Cerrado (PBMC, 2013).

O relatório do PBMC (2013) aponta ainda, que as atividades humanas estão levando à perda de biodiversidade, aumento da concentração atmosférica de CO_2 e

deposição de nitrogênio. No decorrer do século 21, a humanidade terá de viver em ecossistemas menos diversos e sujeitos a altos níveis de CO_2 e taxas de deposição de nitrogênio nunca antes registrados. Os impactos individuais de cada um desses fatores sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos têm sido cada vez mais estudados, mas os efeitos interativos dos fatores nos ecossistemas continuam longe de serem inteiramente compreendidos.

Diante disso percebemos a importância das pesquisas em torno das complexas relações das MCGs e suas influências nos ecossistemas como um todo.

1.7.2 Manutenção da temperatura

O papel da floresta amazônica em evitar o aquecimento global é primariamente em evitar a liberação dos estoques de carbono na atmosfera, através do desmatamento, em oposição à absorção desse carbono pela própria floresta (FEARNSIDE, 2013).

As mudanças antrópicas no uso do solo, como, por exemplo, o processo de longo prazo de urbanização das cidades brasileiras, ou a conversão de florestas para a agropecuária na região amazônica, resultaram em modificações de propriedades da superfície como, por exemplo, o albedo, que é a refletividade da superfície. No caso da Amazônia, em geral, substitui-se uma superfície mais escura (floresta) por superfícies mais brilhantes (plantações, áreas de pastagens, etc.), o que implica em uma maior fração da luz solar sendo refletida de volta ao espaço (PBMC, 2012).

De acordo com Nobre (2014), a floresta amazônica é um tapete multicolorido, estruturado e vivo, extremamente rico, um tapete que evoluiu nos últimos 400 milhões de anos, que possui uma colônia gigantesca de organismos que saíram do oceano e vieram para a terra; dentro das folhas ainda existem condições semelhantes às da primordial vida marinha. Funciona assim como um mar suspenso, que contém uma miríade de células vivas, muito elaborado e adaptado. A floresta tropical é o maior parque tecnológico que a Terra já conheceu, porque cada organismo seu, entre trilhões, é uma maravilha de miniaturização e automação.

Em temperatura ambiente, usando mecanismos bioquímicos de complexidade quase inacessível, a vida processa átomos e moléculas, determinando

e regulando fluxos de substâncias e de energia. O conforto climático que apreciamos na Terra, desconhecido em outros corpos siderais, pode ser atribuído, em grande parte, à colônia de organismos que tem a capacidade de fazer fotossíntese. O gás carbônico (CO_2) funciona como alimento para a planta, matéria-prima transformada pelo maquinário bioquímico com o uso de luz e água em madeira, folhas, frutos, raízes. De forma encadeada, quando as plantas consomem CO_2, a concentração desse gás na atmosfera diminui (NOBRE, 2014).

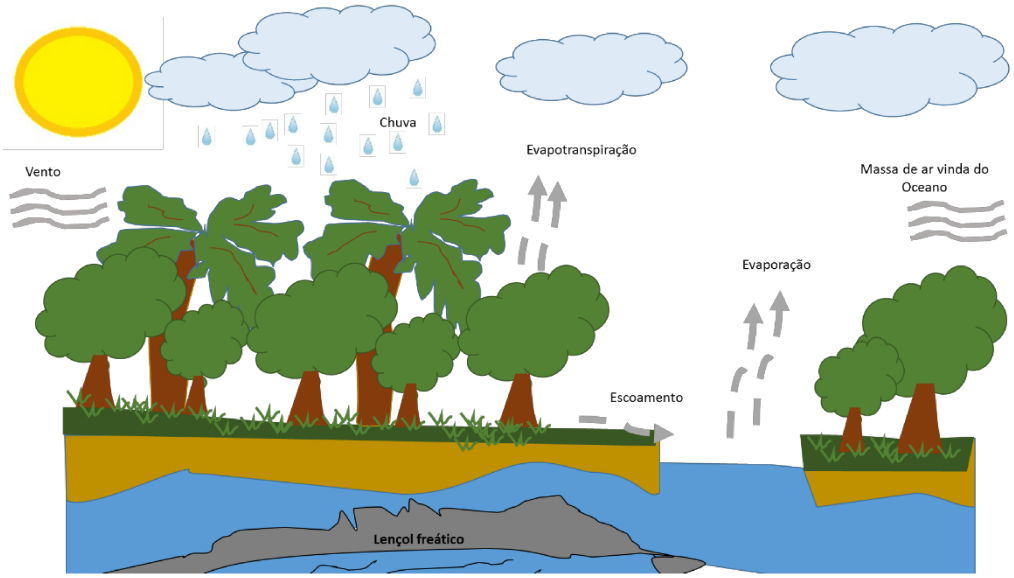
O mesmo autor destaca ainda que, com isso, num primeiro momento o planeta se esfria, o que faz as plantas crescerem menos, consumindo menos CO_2, no momento seguinte, isso leva ao aquecimento do planeta, e assim sucessivamente, num ciclo oscilante de regulação. Desta forma as plantas funcionam como um termostato que responde às flutuações de temperatura através do ajuste da concentração do principal gás-estufa na atmosfera depois do vapor d'água. Mas esta regulação da temperatura via consumo mediado do CO_2 é apenas um entre muitos mecanismos da vida que resultam na regulação favorável do ambiente.

Portanto, a conservação das florestas é primordial, pois as mesmas estabelecem e mantém o clima da Terra em equilíbrio, favorecendo conforto térmico para os indivíduos e uma dinâmica extraordinária para todos os ecossistemas.

1.7.3 Manutenção do Ciclo da água

O aumento da temperatura devido às MCGs tem efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico (Figura 13) 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, consequentemente, a recarga dos aquíferos (MARENGO et al, 2011).

Figura 13 - Ciclo hidrológico.



Fonte: Adaptado de Soares, 2004.

As características do solo e da água, os fenômenos de entrada de água pela superfície, bem como a transmissão através do perfil e a depleção da capacidade de armazenamento do solo definem a infiltração e o escoamento na superfície do terreno. Quando a camada superficial do solo sofre compactação, a água penetra com maior dificuldade, mesmo que o perfil do solo apresente condições favoráveis à percolação, fenômeno caracterizado pelos movimentos realizados pela água no interior do solo após a infiltração. O corte raso e a colheita de forma desordenada das árvores de uma determinada floresta, o arraste de madeira e o excesso de trafegabilidade de máquinas de grande porte representa a principal causa das modificações na capacidade de infiltração do solo (BALBINOT et al., 2009).

Balbinot et al (2009), destaca ainda que a presença da floresta protege a superfície do solo dos efeitos da radiação solar e do vento e aumenta a superfície ativa, reduzindo dessa forma, a evaporação direta pelo piso florestal. No caso das áreas florestadas, a evaporação da água do solo ocorre pelo processo da transpiração. A evaporação direta da água do solo causa um secamento intenso, embora seja um fenômeno superficial. O secamento dessa camada superficial depende da textura do solo e, com as condições climáticas adequadas, passa a agir

como barreira artificial ao secamento das camadas mais profundas do perfil. No que diz respeito à conservação do solo é inegável a proteção exercida pela cobertura vegetal viva (floresta) e também pela morta (serapilheira), e estas características podem ser empregadas no manejo de bacias hidrográficas, para produção de água de boa qualidade.

Artaxo et al., (2014), ressalta que em sua grande maioria, e por razões ainda não totalmente compreendidas, os rios da Amazônia apresentam concentrações de CO_2 muito superiores àquelas encontradas na atmosfera. Somadas as áreas cobertas pela água desses rios nos seus canais, e nas planícies que inundam durante as cheias, emitem para a atmosfera quantidades de CO_2 que são da mesma ordem de grandeza das menores estimativas de fixação de CO_2 por todos os ambientes terrestres da região, cuja área é imensamente maior. Esse transporte de carbono, da água para a atmosfera, é cerca de 13 vezes superior ao que o rio exporta para o mar (considerando as medidas em Óbidos).

Florestas primárias fornecem serviços ambientais essenciais para o Brasil e outros países mantendo o ciclo da água, evitando o aquecimento global e mantendo a biodiversidade. O ciclo da água é importante para manter a precipitação pluvial durante a estação seca na Amazônia em níveis que permitem a sobrevivência da floresta tropical (FEARNSIDE, 2013).

Nobre (2014) destaca a importância crucial das florestas a montante: pois, constatou-se que a Amazônia é de fato a “cabeceira” dos mananciais aéreos das chuvas na América do Sul. A copa das árvores da Amazônia, vista nos satélites esconde, ainda, uma imensa rede de pequenos rios que forma o sistema de drenagem dessa bacia que se fossem todos desenhados em um mapa, em uma folha de papel comum, formariam um borrão com milhares de traços. Essa água que vem para a superfície saindo do lençol freático (a água subterrânea) se junta com a água da chuva para percorrer caminhos específicos que mudam a cada lugar, de acordo com as características da paisagem, como a topografia, os tipos de solo e a vegetação (ARTAXO et al., 2014).

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 14 e 15) 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., 2011).

Figura 14 - Seca no Amazonas em 2014.



Fonte: Freitas, 2014.

Figura 15 - Enchente no Amazonas em 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, com o intuito de suscitar uma mudança de comportamento frente a essas demandas.

1.8 AS RELAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E POLÍTICAS FRENTE ÀS MCGs

Em 1992, no Rio de Janeiro, os países membros da ONU voltaram suas atenções ao combate do desmatamento e deram mais atenção às MCGs. Esse encontro ficou conhecido como Rio-92. A preocupação com o tema mudanças climáticas foi unânime, tanto que durante a Rio-92 foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC, sigla em inglês). Nesta convenção foi acordado que a emissão de gases de efeito estufa deveriam ser estabilizadas. Depois da Rio-92, no dia 21 de março de 1994, foi assinado por 182 países, inclusive o Brasil, o primeiro acordo internacional sobre mudanças climáticas. O objetivo era estabilizar, de maneira voluntária, as emissões dos gases de efeito estufa. Porém, em 1997, percebeu-se que as emissões de gases de efeito estufa não haviam diminuído com relação ao que era emitido em 1990. Neste período foi criado o Protocolo de Kyoto. O protocolo entrou em vigor em fevereiro de 2005 e representou o primeiro passo concreto no sentido de evitar o aquecimento global e na redução das consequências trágicas que vêm sendo vistas graças à intensificação das mudanças climáticas (HIGUCHI; CAMPOS, 2009).

No final de agosto de 2005, o Grupo de Trabalho do Clima do Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (FBOMS) enviou um documento à Presidência da República pedindo que o governo brasileiro lute no cenário internacional para garantir que o aumento médio de temperatura permaneça o máximo possível abaixo de 2º C. Os tomadores de decisão têm que estar cientes da situação, pois as evidências existem (GREENPEACE, 2006).

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC[3] (BRASIL, 2008), tem como objetivo geral identificar, planejar e coordenar as ações e medidas que possam

[3] Constitui se em um marco relevante para a integração e harmonização de políticas públicas, seguindo as diretrizes gerais da Política Nacional encaminhada este ano ao Congresso Nacional. É fruto do trabalho do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima e de seu Grupo-Executivo, instituídos há cerca de um ano para cumprir esse propósito, com a colaboração de outros colegiados e instâncias como o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, a III Conferência Nacional do Meio Ambiente, bem como Fóruns Estaduais de Mudanças Climáticas e organizações da sociedade.

ser empreendidas para mitigar as emissões de gases de efeito estufa geradas no Brasil, bem como àquelas necessárias à adaptação da sociedade aos impactos que ocorram devido à mudança do clima.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima, quanto as medidas mitigadoras, bem como as medidas de adaptação e o desenvolvimento de pesquisas visam ao alcance dos principais objetivos específicos mencionados a seguir:

- Fomentar aumentos de eficiência no desempenho dos setores da economia na busca constante do alcance das melhores práticas.
- Buscar manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional.
- Fomentar o aumento sustentável da participação de biocombustíveis na matriz de transportes nacional e, ainda, atuar com vistas à estruturação de um mercado internacional de biocombustíveis sustentáveis.
- Buscar a redução sustentada das taxas de desmatamento, em sua média quadrienal, em todos os biomas brasileiros, até que se atinja o desmatamento ilegal zero.
- Eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil, até 2015.
- Fortalecer ações intersetoriais voltadas para redução das vulnerabilidades das populações.
- Procurar identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos sócio-econômicos de adaptação do País.

Fica evidente que os recursos financeiros obtidos a partir de projetos que visam a conservação da floresta devem ser usados a fim de valorizar as populações tradicionais e indígenas amazônicas que vivem dela. Sendo de grande importância que haja investimentos em programas de educação, saúde e de melhoria da renda dessas populações, proporcionando uma melhor qualidade de vida, sendo assim responsabilidades de todos a conservação dos recursos naturais amazônicos.

1.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizarmos essa pesquisa bibliográfica chegamos à uma definição e várias reflexões sobre MCGs. Dessa forma, MCGs é uma alteração na composição da atmosfera, conduzindo à alteração do balanço de radiação, 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.

Diante disto, percebemos o quanto é emergente discutir com a sociedade acadêmica sobre as MCGs, pois os impactos sofridos por tais mudanças refletem na sociedade como um todo e muitas vezes não nos damos conta que somos responsáveis por contribuir com as modificações que nosso planeta vem sofrendo e que são necessárias além das mudanças comportamentais, intervenções políticas comprometidas com a sociedade para a solução dos problemas ambientais.

No entanto, a discussão em torno das MCGs está muito atrelada às pesquisas científicas de caráter institucional, numa linguagem técnica, distante do contexto escolar, cabendo ao professor proporcionar uma aplicação didática nos conhecimentos que cercam as complexas MCGs, fazendo-se necessário um debate em todos os níveis de ensino, sensibilizando a comunidade acadêmica quanto a uma concepção ambiental diante aos recursos naturais presentes na região amazônica.

Assim, a abordagem sobre os conhecimentos que envolvem MCGs de modo simples e objetivo é uma necessidade de dialogar sobre esses conhecimentos com discentes e docentes das diversas áreas, para que os mesmos compreendam as complexidades que envolvem esse tema e estejam preparados para essa abordagem já que serão e são propagadores desses conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ALFONSI, L. E.; SILVA, R. L. F. **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.

ARTAXO, P. 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.

ARTAXO, Paulo et al. Química atmosférica na Amazônia: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. **Acta Amazônica,** v. 35(2): 185-196, 2005.

ARTAXO, P. A Amazônia e as mudanças globais. **Ciência. Hoje**, 224: 20-25, 2006.

ARTAXO, P. **Riscos E Desafios:** O aquecimento global não é o fim[2]. In: Mudanças climáticas e mudanças socioambientais globais: reflexões sobre alternativas de futuro/coordenação de Eda Terezinha de Oliveira e organização de Emília Wanda Rutkowski. – Brasília: UNESCO, IBECC, 2008.

BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins. **AMBIÊNCIA**, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2009.

BARBOSA, H. M. J. Vapor de água na atmosfera: do efeito estufa às mudanças climáticas. **Revista USP**, n. 103, p. 67-80, 2014.

BAWA, K. S.; DAYANANDAN, S. Global climate change and tropical forest genetic resources. In: **Potential Impacts of Climate Change on Tropical Forest Ecosystems**. Springer Netherlands, 1998. p. 333-345.

BRASIL, C. T. Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima. **Coordenação Geral**, 1999.

BRAZIL, C. I. M. C. Plano Nacional sobre Mudança do Clima–PNMC--Brasil. **Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brazil**, v. 129, 2008.

BRASIL. **Amazônia.** Disponível em: <http://www.inpa.gov.br>. Acesso em 28 ago. 2014.

CÂNDIDO, L. A. et al. O Clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: A questão da savanização. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, p. 44-47, 2007.

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

CANHOS, V. P. **Mudança do Clima**. Cadernos NAE, 3, vol. 1, 2005. Disponível em: <http://www.nae.gov.br>. Acesso em 28 de ago. 2014.

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

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 16, p. 70-75, 2005.

DESSLER, A. **The chemistry and Physics of stratospheric ozone**. Londres: Academic Press, 2000.

FAUSET, S. et al. Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature communications**, v. 6, 2015.

FEARNSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. **Ciência Hoje**, v. 34, n. 203, p. 63-65, 2004.

FEARNSIDE, P. M. Como o efeito estufa pode render dinheiro para o Brasil. **Ciência Hoje**, v. 26, n. 155, p. 41-43, 1999.

FEARNSIDE, P. M. Consequências do desmatamento da Amazônia. **Scient Amer Brasil Especial Biodiversidade**, p. 54-59, 2010.

FEARNSIDE, P. M. Mudanças Climáticas globais e a floresta amazônica.**MSB (Ed.). In: Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil. São Paulo, Brasil: RiMa Editora**, p. 295, 2008.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, p. 99-123, 2002.

FEARNSIDE, P. M. **Serviços ambientais provenientes de florestas intactas, degradadas e secundárias na Amazônia brasileira**. pp. 29-62. In: C.A. Peres, T.A. Gardner, J. Barlow & I.C.G. Vieira (eds.) Conservação da Biodiversidade em Paisagens Antropizadas do Brasil. Editora da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 587 p. 2013.

GARRITY, D.; FISHER, M. **Proceedings of the Workshop on Tropical Agriculture in Transition**: Opportunities for Mitigating Greenhouse Gas Emissions, Center for Development Research. Bonn, Germany, 2001.

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

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

GREENPEACE, Mudanças do Clima. Mudanças de Vidas-Como o aquecimento global já afeta o Brasil. **Greenpeace Brasil**, 2006.

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

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. A Base das Ciências Físicas. **Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Genebra**, p. 3, 2007.

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

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

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

JURAS, L. da A. G. M. **Mudança do clima**: principais conclusões do 5º Relatório do IPCC. 2013.

KANDEL, R. **Reaquecimento climático (O)**. Edicoes Loyola, 2007.

LAL, R. **Carbon sequestration**. Philosophical Transactions of the Royal Society, B, v.363, p.815-830, 2008.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.

LAL, R. Offsetting global CO^2 emissions by restoration of degraded soils and intensification of world agriculture and forestry. **Land Degradation & Development**, v. 14, n. 3, p. 309-322, 2003.

LAL, R.; KIMBLE, J. M. Conservation tillage for carbon sequestration. **Nutrient cycling in agroecosystems**, v. 49, n. 1-3, p. 243-253, 1997.

LEONEL, C. **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.

LEWIS, S. L.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O. L. Fingerprinting the impacts of global change on tropical forests. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: **Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 437-462, 2004.

MACHADO, P. L. O. de A. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 28, n. 2, 2005.

MALHI, Y. et al. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2008.

MALHI, Y.; WRIGHT, J. Spatial patterns and recent trends in the climate of tropical rainforest regions. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: **Biological Sciences**, v. 359, n. 1443, p. 311-329, 2004.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83, 2008.

MARENGO, J A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, n. 103, p. 25-32, 2014.

MARENGO, J. A. et al. Riscos das mudanças climáticas no Brasil. **Análise Conjunta Brasil-Reino Unido Sobre os Impactos das Mudanças Climáticas e do Desmatamento na Amazônia**, p. 2-56, 2011.

MARENGO, J 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.

MARENGO, J. A. et al. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação, 3rd edn. Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências, São Paulo**, p. 63-109, 2006.

MARENGO, J. A.; DIAS, P. S. **Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos.** In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Ed.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências, 2006. p.63-109.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Lições do Catarina e do Katrina As mudancas do clima e os fenomenos extremos. **Ciência Hoje**, v. 37, n. 221, p. 22, 2005.

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.

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. de P.; LOPES, W. A.; ANDRADE, Jailson B. **Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a importância na química da atmosfera**. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. n. 5: 28-41 novembro de 2003.

MCTI – Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa.** 2013. Disponível em: <www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226591.pdf>. Acesso em 04/08/2015.

MORAIS, J. M. F. O antropoceno: os desafios da Mudança Global. **Revista Lusófona de Humanidades e Tecnologias**, v. 1, n. 11, 2008.

MOSS, M.; MOSS, G. Rios Voadores. **Projeto Rios Voadores: www.riosvoadores.com.br**, 2012.

NASCIMENTO, J. J. V. R. et al. BALANÇO DE CARBONO, AQUECIMENTO GLOBAL E RECUPERAÇÃO ÁREAS DEGRADADAS. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, 2011.

NOBRE, A. D. Estudo de Caso de Regulação Biótica – Amazônia, surpreendente regulador atmosférico. Belém: INPA/LBA, 2005.

NOBRE, A. D. O futuro climático da Amazônia. **Relatório de avaliação científica.** Disponível em:< http://www. socioambiental. org/sites/blog. socioambiental. org/files/futuro-climatico-daamazonia. pdf>. Acesso em: 21 ago. 2014. v. 31, 2014.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 12, p. 239-258, 2010.

NOBRE, C. A.; ASSAD, E. D.; OYAMA, M. D. Mudança Ambiental no Brasil–O impacto do aquecimento global nos ecossistemas da Amazônia e na agricultura. **Scientific American Brasil**, v. 80, p. 70-75, 2005.

NOBRE, C. A.; NOBRE, A. D. O balanço de carbono da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 81-90, 2002.

NOBRE, C. A. **3ª Conferência Científica do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia**. Brasília, 2004.

OLIVEIRA, G. S.; NOBRE, C. A. **Mudanças Climáticas**. In: Mudanças climáticas e mudanças socioambientais globais: reflexões sobre alternativas de futuro/coordenação de Eda Terezinha de Oliveira e organização de Emília Wanda Rutkowski. – Brasília: UNESCO, IBECC, 2008.

PAULA, T. A.; VALLE, C. M. Quantificação do estoque de carbono no solo e a mitigação da mudança climática. In: **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica-CONNEPI**. 2007. p. 1-8.

PEDROSA, L. **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.

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.

PBMC, 2014: **Mitigação das mudanças climáticas.** Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Bustamante, M. M. C., Rovere E.L.L, (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 463 pp.

PRADO, R. B. org., TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais** – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 486 p.

PRICE, M. F. **Options for EC-Level Research Activities on the Human Dimensions of Global Change**. University of Oxford. Environmental Change Unit, 1994.

RODRIGUES, A.; MARTINS, I. 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.

SALGADO, C. A. R. C. **Comparação da distribuição vertical do ozônio em altas e baixas latitudes**. Tese de Doutoramento. São José dos Campos: INPE, 2000.

SCAPIN, R. H. **O que é camada de ozônio**. 1995. Disponível em: <educar.sc.usp.br/youcan/ozone/ozone.html> Acesso em: 14 jul. 2014.

SILVERWOOD-COPE, K. O.; VILLARROEL, L. C. L.; SERKEIS, P. M.; KAMBER, A. V. **Mudanças Climáticas**. Brasília: MMA, p.32 2011.

SPLENDORE, J.; PARET, C. G. **Negociações do novo acordo do clima de Paris caminham devagar**. Instituto Socioambiental. Julho de 2015. Disponível em: <socioambiental.org/em/node/4573>. Acesso em: 07 set. 2015.

SOARES, G. F. S. **A proteção internacional do meio ambiente**. v.2. São Paulo: Manole, 2003, p. 2-3.

STOCKER, T. F. et al. IPCC, 2013: **climate change 2013**: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. 2013.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, v. 8, n. 2, p. 10-14, 1998.

XAVIER, M. E R.; KERR, A. A. F S. **O Efeito Estufa e as Mudanças Climáticas Globais**. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. v.20, 2013.

CAPÍTULO 2 – O ENSINO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS (MCGs)

2.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é verificar a abordagem sobre MCGs a partir da análise do PCN, da LDB e do Projeto Pedagógico do Curso de LCB. Considerando que a Amazônia é amplamente exaltada devido a sua importância no contexto das MCGs, surge um questionamento no sentido das discussões a respeito desta temática nas disciplinas dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM: Será que as disciplinas oferecidas estão realizando a abordagem sobre esse conhecimento, já que é um tema debatido atualmente e de que forma essas discussões estão sendo realizadas?

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 e 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).

O cenário climático atual exige a adoção de novas escolhas no estilo de vida de nossa sociedade, mudanças de atitudes 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 (TAMAIO, 2013).

Gadotti (2008) sugere que uma ação conjunta global é necessária, um movimento como grande obra civilizatória por parte de todos é indispensável para realizarmos as mudanças, fundamentada em outros princípios éticos que não os que nos conduziram à exploração econômica, à dominação política e à exclusão social. O modo pelo qual vamos produzir nossa existência neste pequeno planeta decidirá sobre a sua vida ou a sua morte, e a de todos os seus filhos e filhas.

O autor destaca ainda, que a Terra deixou de ser um fenômeno puramente geográfico para se tornar um fenômeno histórico. Os paradigmas clássicos, fundados numa visão industrialista predatória, antropocêntrica e desenvolvimentista, estão se esgotando, não dando conta de explicar o momento presente e de responder às necessidades futuras. Necessitamos de outros paradigmas, fundados numa visão sustentável do planeta Terra.

Portanto, é necessário verificar o que os instrumentos norteadores (LDB, PCNs e o PPC de LCB) para o Ensino abordam sobre a temática proposta. A análise do PPC se dará a partir da identificação de ementas, recursos didáticos e procedimentos metodológicos das disciplinas, que utilizam ou tem potencial de utilizar conhecimentos relacionados ao conteúdo de MCGs.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2.1 O que preconiza a LDB e os PCNs sobre as discussões acerca dos conhecimentos sobre MCGs

Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, ministravam-se aulas de Ciências Naturais apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginasial. Essa lei estendeu a obrigatoriedade do ensino da disciplina a todas as séries ginasiais, mas apenas a partir de 1971, com a Lei no 5.692, Ciências passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Em seu título IV, no que se refere ao quesito Da Organização da Educação Nacional estabelece:

Art. 8º. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios organizarão, em regime de colaboração, os respectivos sistemas de ensino.

Art. 9º. A União incumbir-se - á de:

IV - Estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum;

Portanto, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 1999) são referenciais elaboradas pelo Governo Federal para subsidiar o trabalho das equipes escolares. Foram criados em 1996, as diretrizes são voltadas, sobretudo, para a estruturação e reestruturação dos currículos escolares de todo o Brasil - obrigatórias para a rede pública e opcionais para as instituições privadas. Com o de padronizar o ensino no país, estabelecendo pilares fundamentais para guiar a educação formal.

Os PCNs trazem em seus documentos uma estruturação dos temas que devem estar relacionados para cada disciplina e no que se refere ao estudo das Ciências Naturais, para o Ensino Fundamental, a mesma está organizada no currículo segundo temas, para facilitar o tratamento interdisciplinar. Sendo assim, os PCNs preconizam que os temas podem ser escolhidos considerando-se a realidade da comunidade escolar, ou seja, do contexto social e da vivência cultural de alunos e professores (BRASIL, 1999).

Das temáticas estabelecidas para o primeiro e segundo ciclos, duas são reiteradamente escolhidas, segundo a análise dos currículos estaduais atualizados realizada pela Fundação Carlos Chagas: Ambiente e Ser humano e saúde. No tema Ambiente, os PCNs apontam o estudo de problemas ambientais, como sendo de fundamental importância, pois vivenciamos nas últimas décadas várias discussões, e divulgações de debates por meio da mídia, fato este que permite que as pessoas fiquem cientes do que está acontecendo. Porém, somente estas discussões não asseguram a aquisição de informações e conceitos referendados pelas Ciências (BRASIL, 1999).

Ao contrário, é bastante frequente a banalização do conhecimento científico — o emprego de ecologia como sinônimo de meio ambiente é um exemplo — e a difusão de visões distorcidas sobre a questão ambiental. A partir do senso comum, os indivíduos desenvolvem representações sobre o meio ambiente e problemas ambientais, geralmente pouco rigorosas do ponto de vista científico. É papel da escola provocar a revisão dos conhecimentos, valorizando-os sempre e buscando enriquecê-los com informações científicas (BRASIL, 1999).

O tema transversal Meio Ambiente traz a discussão a respeito da relação entre os problemas ambientais e fatores econômicos, políticos, sociais e históricos. São problemas que acarretam discussões sobre responsabilidades humanas voltadas ao

bem-estar comum e ao desenvolvimento sustentado, na perspectiva da reversão da crise socioambiental planetária. Sua discussão completa demanda fundamentação em diferentes campos de conhecimento. Assim, tanto as ciências humanas quanto as ciências naturais contribuem para a construção de seus conteúdos (BRASIL, 1999).

Considerando que as MCGs, ocasionam inúmeros problemas ambientais e que está diretamente relacionada com uma necessidade de mudança de postura em relação às ações políticas, sociais e econômicas. Assim, esta temática exige uma discussão contextualizada na escola, num sentido científico, promovendo a aquisição do conhecimento em torno dos problemas gerados e possivelmente levando a uma mudança de postura por meio do processo de conscientização ambiental sobre a importância da Amazônia frente às MCGs.

2.2.2 A importância do tema MCGs na formação de professores

Atualmente as MCGs são um tema altamente preocupante e relevante quanto às consequências, portanto, os seus desafios ainda não foram superados. Muito se tem discutido em vários âmbitos da sociedade, portanto surge uma importante questão: o que se pode fazer no âmbito educacional em relação à essa problemática?

A International Alliance of Leading Education Institutes (IALEI) desenvolveu, entre 2008 e 2009, pesquisa sobre o tema “Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável: a resposta da educação”, envolvendo dez diferentes países, entre eles o Brasil, representado pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FE-USP) por meio do TEIA-USP Laboratório de Educação e Ambiente, que elaborou texto sobre a realidade brasileira (JACOBI et al., 2009).

A IALEI produziu um relatório global, como resultado da síntese dos dez relatórios, e destacou quatro questões estruturais. Destas, três diziam respeito à educação para o desenvolvimento sustentável de maneira mais ampla, mas uma em especial procurava abordar o papel da educação perante a urgência das alterações do clima, tendo sido formulada da seguinte maneira: Pode a educação contribuir com o desafio de lidarmos com a necessidade de mitigação e adaptação às mudanças climáticas? Se sim, como se daria tal contribuição e como esta influenciaria a educação para o desenvolvimento sustentável e vice-versa? (IALEI, 2009, p. 7). Para

a IALEI, as mudanças climáticas representam, do ponto de vista pedagógico, um desafio único para que se teste “a capacidade de se organizar a aprendizagem em torno de problemas caracterizados por dinâmicas sociais complexas, conhecimento incerto e riscos” (IALEI, 2009, p. 14).

Um apontamento recorrente nos relatórios dos países desenvolvidos é o fato de só nos últimos anos a CCE (*Climate Change Education*, Educação para as mudanças climáticas) ter começado a desenvolver uma identidade própria, o que revelaria o quanto esta questão ainda se encontra no seu início. Em alguns países, por exemplo, é o poder público que tem assumido a tarefa de levar adiante, no âmbito da educação, o tema das mudanças climáticas (JACOBI et al., 2011).

É esse o caso de países como Austrália, Canadá, Dinamarca e China, cujos governos - com diferentes níveis de protagonismo - vêm promovendo diversas iniciativas educacionais focadas no aquecimento global e suas consequências. Mas há outros modelos de atuação menos centralizados, como por exemplo o Brasil, onde o Estado compartilha com inúmeros outros atores sociais[1] o protagonismo nesse campo de atuação, particularmente pelo ativismo de organizações não governamentais e iniciativas empresariais (JACOBI et al., 2011).

Independentemente do nível de envolvimento e centralização pelos governos, os relatórios frisam que a CCE segue sendo um tema periférico na área da educação, tanto no âmbito das pesquisas acadêmicas quanto na prática cotidiana escolar. Ainda é amplamente identificado como um tema que merece ser abordado privilegiadamente de uma perspectiva cientificista, como se perspectivas outras, distintas do olhar das *hard sciences*, nada tivessem a contribuir no seu enfrentamento (JACOBI et al., 2011).

Um dos caminhos apontados por vários pesquisadores para a mitigação dos problemas ambientais é o desenvolvimento sustentável, que também é um tema de importante relevância, o qual deve ser inserido nas discussões do currículo escolar. Dessa forma, o conceito de desenvolvimento sustentável visto de forma crítica, tem um componente educativo formidável: a preservação do meio ambiente depende de uma consciência ecológica e a formação da consciência depende da educação (GADOTTI, 2008).

Para Gadotti (2008), a sustentabilidade é um conceito poderoso, uma oportunidade para que a educação renove seus velhos sistemas, fundados em princípios e valores competitivos. Introduzir uma cultura da sustentabilidade e da paz nas comunidades escolares é essencial para que elas sejam mais cooperativas e menos competitivas. Portanto, o conceito de sustentabilidade na educação pode ter um impacto positivo não só no que se refere aos indivíduos, mas também nas necessárias mudanças do sistema educacional. Assim, podemos falar de um impacto no nível legal, reformas educacionais curriculum, conteúdos, e no nível pessoal do compromisso, do engajado numa vida mais sustentável.

Educar para a sustentabilidade implica mudar o sistema, implica o respeito à vida, o cuidado diário com o planeta e cuidado com toda a comunidade da vida, da qual a vida humana é um capítulo. Isso significa compartilhar valores fundamentais, princípios éticos e conhecimentos como respeito à terra e a toda a diversidade da vida; cuidar da comunidade da vida com compreensão, compaixão e amor; construção de sociedades democráticas que sejam justas, participativas, sustentáveis e pacíficas. A sustentabilidade é um conceito central de um sistema educacional voltado para o futuro (GADOTTI, 2008).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), destacam que, ainda em meados da década de 70, instalou-se uma crise energética, sintoma da grave crise econômica mundial, decorrente de uma ruptura com o modelo desenvolvimentista deflagrado após a Segunda Guerra Mundial. Esse modelo caracterizou-se pelo incentivo à industrialização acelerada em todo o mundo, custeada por empréstimos norte-americanos, ignorando-se os custos sociais e ambientais desse desenvolvimento. Problemas ambientais que antes pareciam ser apenas do Primeiro Mundo passaram a ser realidade reconhecida de todos os países, inclusive do Brasil. Os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde começaram a ter presença quase obrigatória em todos currículos de Ciências Naturais, mesmo que abordados em diferentes níveis de profundidade e pertinência.

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).

Do ponto de vista do processo de formação inicial e continuada para o ensino-aprendizagem, há uma enorme lacuna em termos de pesquisa, processos de intervenção e uso de metodologias inovadoras, e mais ainda em debates de profundidade. Nessa lacuna, a opção adotada é a relevância do ensino baseado no aprofundamento científico para o tema, como, por exemplo, através da confecção de materiais didáticos com conhecimentos acumulados sobre clima, correntes marítimas, composição da atmosfera, entre outros. E, desse modo, a promoção do ensino por meio de conteúdos que levem em conta a transposição didática dos conceitos científicos e do desenvolvimento de atitudes e valores éticos e estéticos (JACOBI et al., 2011).

2.2.3 MCGs no ensino de ciências naturais para a formação de uma concepção ambiental

Os PCNs de ciências naturais (BRASIL, 1998) preconizam que, a presença dos problemas ambientais nos meios de comunicação alerta as pessoas, mas não lhes assegura informações e conceitos científicos sobre o tema. Exemplo disso é o emprego de ecologia como sinônimo de meio ambiente e a difusão de visões distorcidas sobre a questão ambiental. É função da escola a revisão dos conhecimentos, sua valorização e enriquecimento.

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, como apontam os PCN's (BRASIL, 1998). A importância de se tratar das questões ambientais no currículo, tanto do ponto de vista do conteúdo científico como de uma necessidade de mudança do comportamento humano frente à esses desafios, no que se refere ao enfoque das relações entre os seres vivos e não-vivos, aplicado aos múltiplos conteúdos da temática ambiental, oferecendo subsídios para a formação de atitudes de respeito à integridade ambiental.

Assim, é necessário conhecer o conjunto das relações na natureza para compreender o papel fundamental das Ciências Naturais nas decisões importantes

sobre os problemas ambientais. Entretanto, um conhecimento profundo dessas relações só é possível mediante sucessivas aproximações dos conceitos, procedimentos e atitudes relativos à temática ambiental, observando-se as possibilidades intelectuais dos alunos, de modo que, ao longo da escolaridade, o tratamento dos conceitos de interesse geral ganhe profundidade (BRASIL, 1998).

Com isso, os fundamentos científicos devem subsidiar a formação de atitudes dos alunos. Não basta ensinar, por exemplo, que não se deve jogar lixo nas ruas ou que é necessário não desperdiçar materiais, como água, papel ou plástico. Para que essas atitudes e valores se justifiquem, para não serem dogmas vazios de significados, é necessário informar sobre as implicações ambientais dessas ações. Nas cidades, lixo nas ruas pode significar bueiros entupidos e água de chuva sem escoamento, favorecendo as enchentes e a propagação de moscas, ratos ou outros veículos de doenças. Por sua vez, o desperdício de materiais, considerado no enfoque das relações entre os componentes do ambiente, pode significar a intensificação de extração de recursos naturais, como petróleo e vegetais que são matéria-prima para a produção de plásticos e papel (BRASIL, 1998).

Assim, percebemos a necessidade de inserir uma ampla contextualização em torno das questões das MCGs, as quais não aparecem com esta denominação nos PCNs do ensino básico, nem nos PCNs do ensino médio, contudo, esses documentos norteadores para educação, destacam a importância desta discussão para os devidos esclarecimentos em torno das questões ambientais.

2.2.4 MCGs e Educação Ambiental (EA)

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) de 1981, e a Constituição Federal de 1988 estabeleceram a necessidade da promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino, tendo como princípio um enfoque humanista, holístico, democrático e participativo, enfatizando uma concepção de meio ambiente baseada na interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural. A discussão legislativa acerca de uma Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) teve início já em 1993, e no ano seguinte foi criada a primeira versão do Programa Nacional – PRONEA, que previa a capacitação de gestores e educadores e o desenvolvimento

de ações educativas, instrumentos e metodologias dedicados a diferentes linhas de ação em educação ambiental (JACOBI et al, 2011).

Ações relacionadas à EA no âmbito não governamental, tem-se o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, a Agenda 21 e a Carta da Terra, todos elaborados em 1992, no Fórum Global. Segundo Tamaio (2013), o Brasil possui papel fundamental nas MCGs, tanto na emissão de GEE, quanto nas negociações de governança global, por abrigar um dos mais ricos ecossistemas do planeta, a Floresta Amazônica, e estar entre as 10 maiores economias do mundo. Como uma das nações-chave, sempre defendeu a "responsabilidade histórica".

O aquecimento do planeta é um dos maiores desafios ambiental do século 21. Muitos cientistas afirmam que a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a queima das florestas tropicais, como a Amazônia, são as principais causas desse fenômeno, que podem aumentar e colocar em risco toda a vida na Terra. Entre as políticas públicas para lidar com esse desafio, assumem relevância ímpar as ações de educação ambiental (EA), preparando as gerações atuais e futuras para conviver com essa nova realidade. Torna-se essencial mostrar que os fenômenos climáticos originados nesse novo contexto não são eventos distantes e episódicos, mas que afetam, e afetarão cada vez mais, o dia a dia das pessoas (TAMAIO, 2013).

Tamaio (2013) destaca ainda que, a EA pode proporcionar condições de inserir as pessoas no cerne da questão, potencializando o senso de urgência e a necessidade de transformação imediata, de modo que os impactos resultantes das MCGs possam ser minimizados. Para isso, é essencial uma ação de política pública que aponte princípios e diretrizes a fim de qualificar, fortalecer e instrumentalizar não só os educadores ambientais, mas também as lideranças comunitárias, os gestores públicos e empresariais, de forma que estejam atentos para a complexidade das MCGs, criando condições concretas para a busca de diferentes caminhos éticos, sociais, políticos e de transformação individual e coletiva, requisitos essenciais ao enfrentamento desse complexo desafio.

Frente aos desafios destacados anteriormente, é possível aos estudantes compreenderem seu enfrentamento, sob orientação do professor, a utilização da informação científica como fundamento para críticas nos casos de problemas

ambientais ou de saúde pública que surgem, permitindo, às vezes, a discussão de possibilidades técnicas de superação desses problemas e os valores éticos envolvidos nessas escolhas (BRASIL, 1998).

2.3 METODOLOGIA

2.3.1 Procedimentos didáticos

A pesquisa foi norteada primeiramente por um levantamento bibliográfico para a contextualização e fundamentação teórica a respeito do tema proposto. Segundo Prodanov e Freitas (2013) a finalidade da pesquisa científica não é apenas um relatório ou uma descrição de fatos levantados empiricamente, mas o desenvolvimento de um caráter interpretativo no que se refere aos dados obtidos. Para tal, é imprescindível correlacionar a pesquisa com o universo teórico, optando por um modelo que sirva de embasamento à interpretação do significado dos dados e fatos colhidos ou levantados.

A pesquisa caracterizou-se numa abordagem qualitativa. Segundo Oliveira (2008) os estudos qualitativos são importantes por proporcionar a real relação entre teoria e prática, oferecendo ferramentas eficazes para a interpretação das questões educacionais. Foi realizado um diagnóstico com a análise documental, verificação dos conhecimentos prévios dos alunos, e estratégias utilizadas pelos professores que atuam no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas (LCB) do IFAM, elaboração do plano de ação, implementação e avaliação do processo de ensino e aprendizagem sobre MCGs, resultando na estratégia didática.

2.3.2 População amostral

Diante os problemas ambientais que se fazem presentes nos dias atuais, acreditamos estar na educação o caminho para o processo de formação e mudanças de atitudes com relação à conservação dos recursos naturais. Além da necessidade de ampliar os conhecimentos sobre as MCGs, disponibilizando recursos para professores que atuam e atuarão em áreas relacionadas à temática.

Com este intuito, foram selecionados 40 alunos (21 alunos do 2° período da disciplina de Ecologia Básica, 19 alunos do 8° período das disciplinas de Fisiologia e Ecologia da Amazônia) 5 professores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM Campus Manaus Centro, com as seguintes formações: Agronomia (2); Biologia (3) dos quais 2 (dois) possuem doutorado e 3 (três) possuem mestrado.

As turmas dos Cursos de LCB foram selecionadas considerando a formação desse professor, cujo objetivo como descreve o PPC (IFAM, 2013) do curso é o de formar profissionais capacitados para o exercício do magistério, atuando na Educação Básica (de 6° a 9° série do Ensino Fundamental e Ensino Médio) com uma abordagem crítica, contextualizada e interdisciplinar sobre os diversos aspectos que constituem a formação da sociedade, procurando atender a oferta de trabalho e o potencial socioeconômico regional.

Por meio da criação de projetos para estudos de problemas amazônicos, nacionais e mundiais no campo da ciência, biotecnologia, diversidade e das artes, o curso irá articular a formação pedagógica com os diversos segmentos da ciência, superando a dicotomia teoria/prática numa perspectiva construtivista (IFAM, 2013).

A partir disso foram selecionadas as disciplinas de acordo com a proximidade dos conteúdos ao tema proposto, considerando disciplinas que já trabalhassem em seus conteúdos MCGs ou que pudessem de alguma forma tratar desta temática.

2.3.3 Coleta e análise dos dados

Uma vez selecionadas as disciplinas: Ecologia Básica, Educação Ambiental, Ecologia da Amazônia, Impacto ambiental, Desenvolvimento sustentável e Políticas Públicas, Recuperação de Áreas degradadas, Gestão Ambiental e Fisiologia Vegetal foram realizadas análises em seus conteúdos, objetivos e metodologias aplicadas, com o intuito de conhecer a qualidade delas identificando as estratégias de ensino e recursos utilizados em tais disciplinas.

Após a seleção das disciplinas foi realizado um diagnóstico com os discentes para verificação dos conhecimentos prévios com as turmas de Ecologia Geral, Ecologia da Amazônia e Fisiologia. Essas turmas foram selecionadas de acordo com

a oferta das disciplinas no 2º semestre do ano de 2014. O diagnóstico consistiu em analisar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conhecimentos das MCGs para verificar o que eles já sabiam e o que sentiam em relação as MCGs sem a interferência do pesquisador.

Foi utilizado um questionário semi-aberto pré-elaborado. O questionário, segundo Gil (2008, p.121) pode ser definido como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.

Foram aplicados 40 questionários aos alunos e 5 questionários aplicados aos professores que atuam no curso de LCB do IFAM. A aplicação do questionário aos professores foi para verificar se os mesmos relacionam os conhecimentos sobre as MCGs em suas disciplinas e de que forma eles realizam essa discussão, quais recursos são utilizados pelos mesmos. Todos os dados obtidos por meio dos questionários foram organizados e analisados por meio da análise por categorias e palavras-chave com posterior tabulação dos dados no Programa Microsoft Excel.

Também foram analisados os documentos legais de educação, Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de Ciências naturais, com o intuito de verificar como os conhecimentos sobre as MCG estão sendo discutidos ou inseridos no âmbito educacional. Para a análise do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Ciências Biológicas foi necessária para a seleção das disciplinas que possuem ou correlacionam este tema em seus conteúdos.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 O Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM e as MCGs

O Curso de LCB do IFAM de acordo com o seu PPC (IFAM, 2013, p. 16) é estruturado em oito períodos cuja matriz curricular tem como Eixo Formador "Ensinar e Aprender Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias na Educação

Básica" e abrange quatro áreas do conhecimento, com seus Componentes Curriculares Articuladores, os quais são:

1. Conhecimentos Essenciais: São os conteúdos básicos, envolvendo teoria e práticas laboratoriais.

1.1 Conteúdos Básicos: Ciências Biológicas. Gênese – Biologia Celular, Molecular e Evolução. Diversidade Biológica – Biodiversidade e Biotecnologia. Ecologia e Desenvolvimento Regional Sustentável. Ciências Exatas e da Terra. Tecnologia e Conhecimentos Exatos e da Terra: Matemática, Física, Química, Estatística, Informática, Geologia.

2. Educação e Contexto Bio-Psico-Social: São os conteúdos específicos para o exercício da docência, considerando as especificidades regionais e o perfil do profissional que se deseja formar.

2.1 Ciências Humanas: Conhecimentos didático-pedagógicos gerais e aplicados, psicologia, filosofia, sociologia, antropologia, história, metodologia das ciências, legislação da educação, fundamentos sócio-linguísticos e outros.

3. Conhecimentos da Prática Profissional: São atividades como a realização de Estágio Supervisionado, Atividades Complementares (Atividades Acadêmico-Científco Culturais) e Prática como Componente Curricular, às quais será atribuído carga horária específica.

4. Conhecimentos Complementares: São conteúdos essenciais para a formação humanística e interdisciplinar. Abrange Disciplinas Optativas e de Livre Escolha, com conteúdos da área de formação e de filosofia, história, informática, instrumental de língua portuguesa e línguas estrangeiras, dentre outros. A elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) será inserida neste eixo disciplinar articulador. Os conteúdos e atividades deverão ser desenvolvidos com âmbitos e especificidades diferenciadas, visando à elaboração do conhecimento em diversos contextos, articulando diversos saberes para a formação plena de um educador reflexivo da área científica.

A matriz curricular do Curso de LCB, atendendo aos critérios de organização, seleção e ordenamento dos conteúdos recomendados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena (RESOLUÇÃO CNE/CP 1/2002.) e as

Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas (RESOLUÇÃO CNE/CES 7/2002) está estruturada de forma que a aprendizagem de conteúdos conceituais e instrumentais concretizem-se na plenificação de posturas profissionais, éticas, críticas, humanísticas e ecológicas.

As disciplinas (Quadro 1) foram selecionadas de acordo com a proximidade dos conteúdos ao tema proposto, considerando a área de conhecimentos dos Conteúdos Básicos de Ciências Biológicas.

Quadro 1 - Identificação das disciplinas, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC.

Nível de Ensino	Curso	Componentes Curriculares
Graduação	Licenciatura em Ciências Biológicas	Ecologia Básica Educação Ambiental Ecologia da Amazônia Impacto ambiental Desenvolvimento sustentável e Políticas Públicas Recuperação de Áreas degradadas Gestão Ambiental Fisiologia Vegetal

Fonte: PPC do Curso/IFAM, 2013.

No quadro 2, destacou-se os objetivos das disciplinas. A análise realizada aos mesmos, nos permite apontar que cada objetivo descrito por disciplina não fazem uma relação direta com as MCGs, porém, indiretamente tais objetivos permitem que haja a inserção desta temática para discussão e melhor compreensão dos conteúdos relacionados aos mesmos. Como por exemplo: Discutir problemas ecológicos em escala do ecossistema referente à região amazônica. Para que haja tal discussão, faz-se necessário elencar os problemas ecológicos e, no entanto, as MCGs interferem no equilíbrio dos ecossistemas, ocasionando diversos problemas ambientais, inclusive para a região amazônica.

Quadro 2 - Identificação dos objetivos das disciplinas, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC.

Disciplina	Objetivos
Ecologia Básica	Conhecer a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas e seus componentes, a partir da compreensão do fluxo energético e seus processos de auto-regulação.
Educação Ambiental	Desenvolver e aperfeiçoar conhecimentos teóricos e práticos em Educação Ambiental nos níveis Formal e Não Formal, compreendendo a problemática ambiental a partir do viés

	holístico, elevando-se como sujeito partícipe e transformador das variadas interfaces heterogêneas representadas no conjunto da sociedade.
Ecologia da Amazônia	Conhecer a diversidade do bioma amazônico e seus ecossistemas, através do conhecimento do clima, da formação geológica, da hidrografia, dos solos, da biodiversidade, das interações e funções ecológicas; Prover conhecimentos sobre os padrões gerais dos processos ecológicos ocorrentes no bioma amazônico dentro do contexto da origem da biodiversidade na Amazônia; Discutir problemas ecológicos em escala do ecossistema referente à região amazônica.
Impacto ambiental	Compreender os conceitos básicos de impacto ambiental com ênfase nos princípios e na Política Nacional e Estadual de Meio Ambiente, reconhecendo os instrumentos legais utilizados na proteção ambiental.
Desenvolvimento sustentável e Políticas Públicas	Compreender os conceitos de desenvolvimento sustentável e as propostas e estratégias para a sustentabilidade (políticas públicas, propostas da Agenda 21 local e de outras regiões), analisando as propostas de desenvolvimento alternativo, o estado de equilíbrio, o papel da biodiversidade e as dimensões sócio ambientais do desenvolvimento.
Recuperação de Áreas degradadas	Estabelecer conexões entre os conteúdos abordados e a realidade cotidiana dos discentes quanto à recuperação de áreas degradadas, estimulando assim discussões sobre a importância do desenvolvimento sustentável e uso dos recursos naturais sem a degradação dos ambientes; reconhecer as formas de degradação do solo; verificar os indicadores de qualidade do solo, bem como as técnicas de monitoramento de áreas degradadas; identificar os parâmetros físicos, químicos e biológicos característicos para a recuperação de áreas degradadas.
Gestão Ambiental	Desenvolver habilidades nos discentes quanto atitudes pessoais e coletivas coerentes com a perspectiva de sustentabilidade, aplicação da gestão ambiental e reconhecendo os requisitos para a implantação de um sistema de gestão ambiental; Estimular a prática a partir da perspectiva de apreensão dos instrumentos de gestão ambiental para a efetiva aplicação de conhecimentos na área das Ciências Biológicas, especificamente, na prática do ensino; Proporcionar uma visão global da importância da gestão ambiental na atualidade através da compreensão dos seus aspectos teóricos, técnicos, institucionais, legais e práticos, ressaltando a importância dos discentes na promoção de um desenvolvimento que considere na sua futura atividade profissional, o meio ambiente.
Fisiologia Vegetal	Compreender os processos fisiológicos dos vegetais responsáveis pelo crescimento, desenvolvimento e manutenção das espécies regionais.

Fonte: PPC do Curso/IFAM, 2013.

Portanto, a inserção da temática MCGs para discutir o conteúdo (Quadro 3) de *Interações solo-planta-atmosfera e interações bióticas no ecossistema amazônico*, é necessária para uma melhor compreensão do mesmo.

Quadro 3 - Identificação dos conteúdos, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC.

Disciplina	**Conteúdo Programático**
Ecologia Básica	O ambiente físico e fatores limitantes. Ecossistemas. Fluxo de energia nos ecossistemas. Ciclos biogeoquímicos. Conceitos básicos utilizados na abordagem dos ecossistemas: nicho, hábitat, populações, comunidades. Relações ecológicas. Parâmetros utilizados no estudo das populações e comunidades. Biomas brasileiros: degradação e preservação.
Educação Ambiental	Análise crítica do processo de objetividade de uma epistemologia ambiental. Educação Ambiental como estratégia viável para repensar a Terra e propor um modelo amparado pela categoria socioambiental; Evolução do paradigma conceitual da EA; O Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global; A educação ambiental como eixo do desenvolvimento sustentável. Educação Ambiental Formal e Não Formal. Ética e Valores ambientais e práticas sociais. Elaboração de Projetos e Atividades em Educação Ambiental ou Pesquisa em Educação Ambiental.
Ecologia da Amazônia	Bioma Amazônico (Biodiversidade, clima, geologia, solos e hidrologia). Ecossistema amazônico. Caracterização da riqueza e da biodiversidade da Floresta Amazônica. Funções ecológicas dos ecossistemas amazônicos. Interações solo-planta-atmosfera e

	interações bióticas no ecossistema amazônico. Impactos ambientais sobre os ecossistemas amazônicos. Estratégias para conservação da biodiversidade amazônica. Prática de campo.
Impacto ambiental	As principais causas de problemas ambientais contemporâneos. Efeito da degradação do meio ambiente. A importância da conservação ambiental. Poluição ambiental. Impacto ambiental das grandes obras. Problemas de impacto ambiental no Amazonas. Técnicas de AIA – Avaliação de Impacto Ambiental. Resolução CONAMA, EIA/RIMA, PCA, PRAD, PBA. SISNAMA. Agricultura e Meio Ambiente.
Desenvolvimento sustentável e Políticas Públicas	Conservação e desenvolvimento sustentável; Agenda 21. Manejo como ferramenta de conservação e desenvolvimento sustentável. Mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável. Programas (nacionais e estaduais) referentes ao desenvolvimento sustentável. Extrativismo e mitos. Bioindústria e Biodiversidade. Recursos naturais; Programa Zona Franca Verde (ZFV). Programa Ciência e Sustentabilidade na Amazônia. Bolsa Floresta. Princípios e política para o desenvolvimento sustentável. Axiomas da sustentabilidade; Planejamento participativo; Planejamento para o desenvolvimento sustentável; Estudos de caso.
Recuperação de Áreas degradadas	Degradação ambiental: características de degradação do solo, da água e do ar; Exemplificações de áreas consideradas degradadas. Degradação do solo e da água: Impactos da erosão e estratégias de controle: erosão - causas, tipos e consequências. Conceitos relacionados à água. Resolução de Exercícios. Fundamentos de morfologia, pedologia, física e química do solo de interesse no processo de recuperação de área degradada. Discussão sobre artigos científicos. Restauração, reabilitação e revegetação: conceito de qualidade do solo e da água; indicadores de avaliação e monitoramento de áreas degradadas: atributos físicos, químicos, biológicos do solo. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas degradadas: atributos físicos do solo: estrutura do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade; densidade do solo, condutividade elétrica, distribuição das partículas. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas degradadas: atributos químicos do solo: acidez ativa e trocável, cálcio, magnésio, sódio e potássio trocável, carbono orgânico, nitrogênio total, metais pesados. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas degradadas: atributos biológicos do solo: carbono da biomassa microbiana do solo. Principais estratégias de Recuperação de Áreas Degradadas: recomendações básicas de sistemas de manejo de solos.
Gestão Ambiental	Fundamentos da Gestão Ambiental. Gestão Ambiental e prática de ensino. Recursos naturais e desenvolvimento sustentável. A informação ambiental básica para o planejamento do desenvolvimento sustentável. Políticas ambientais e sistema de Gestão Ambiental. Instrumentos dos Sistemas de Gestão Ambiental. Certificação de produtos. Passivo e Risco Ambiental.
Fisiologia	Estudo dos processos vitais dos vegetais como: condução de seiva bruta e elaborada, absorção de nutrientes, fotossíntese, respiração, crescimento e desenvolvimento o corpo vegetal (hormônios vegetais), fotoperiodismo e fototropismo.

Fonte: PPC do Curso/IFAM, 2013.

Percebe-se que ao relacionar as disciplinas com seus objetivos, todas elas poderiam discutir e relacionar aos seus conteúdos a temática de MCGs, no entanto, apenas *Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas* trazem em seu conteúdo o tema MCGs, porém, a disciplina é de caráter optativo, portanto opcional aos alunos. No entanto, faz-se necessária a abordagem deste tema nas outras disciplinas, mesmo sem caráter obrigatório, diante a importância do mesmo.

As disciplinas preveem em seus procedimentos metodológicos aula teóricas e de campo exceto Educação Ambiental (Quadro 4).

Quadro 4 - Identificação das disciplinas, pertencentes aos cursos LCB do IFAM-CMC.

Disciplina	Metodologia
Ecologia Básica	Aulas expositivas e dialogadas, aulas práticas, leitura e discussão de artigos científicos e seminários com a utilização de diversos recursos didáticos, dentre eles o data-show.
Educação Ambiental	I – Aulas teóricas embasadas em textos e apresentações de mídia; II – Seminários acerca do processo evolutivo da questão ambiental, como recorte histórico a Revolução Industrial; III – Elaboração de projetos de pesquisa englobando os problemas ambientais constantes do entorno do IFAM.
Ecologia da Amazônia	Aulas teóricas: aula expositiva dialogada; leitura de textos extra-classe; discussão e interpretação de artigos científicos. Atividades de laboratório: triagem de solo coletado no campo. Visita de campo: à Reserva Florestal Adolpho Ducke (reconhecimentos das características da vegetação e solos ao longo do gradiente topográfico). Visita à Embrapa Amazônia Ocidental (reconhecimento da importância dos sistemas agroflorestais como forma de recuperar áreas degradadas na Amazônia). Visita ao Careiro da Várzea (reconhecimento de áreas alagadas na Amazônia). Visita ao longo da BR-174 (reconhecimento de áreas de campina/campinarana; formação geológica; processos pedogenéticos). Apresentação de seminários: em grupos previamente definidos com temas específicos. O aluno entrega um relatório sobre a atividade de campo.
Impacto ambiental	Aulas expositivas; Relatórios de visitas; Apresentação de Seminários; Visitas técnicas ao campo: estudos de caso.
Desenvolvimento sustentável e Políticas Públicas	Aulas teóricas utilizando recursos didáticos como data-show e notebook, DVDs. Também estão previstas visitas técnicas e atividades de campo.
Recuperação de Áreas degradadas	Aulas teóricas: aula expositiva dialogada, leitura de textos extra-classe, discussão de textos, realização de pesquisa bibliográfica, estudo de casos, estudos de artigos científicos. Aulas de laboratório: análise física do solo. Atividade de campo: visita nas áreas degradadas no meio rural e urbano: ação antrópica do conjunto habitacional nova cidade e cidade de Deus nas bordas da Reserva Adolpho Ducke. Visita em áreas degradadas por erosão. O aluno entrega um relatório sobre a atividade de campo. Apresentação de Seminários: em grupos previamente definidos com temas específicos.
Gestão Ambiental	Aula expositiva dialogada; Leitura de textos extra-classe; Discussão de textos; Debate sobre o tema abordado; Seminários apresentados pelos alunos; Realização de pesquisa bibliográfica; Estudo de casos; Estudos de artigos científicos.
Fisiologia Vegetal	Aulas expositivas no quadro e com kit multimídia; Aulas de campo; Aula de laboratório.

Fonte: PPC do Curso/IFAM, 2013.

A partir das análises quanto aos procedimentos metodológicos, percebemos que os professores possuem várias maneiras de diversificar suas aulas, associando aula teórica a outras formas de ensino, que irão auxiliar no processo de aprendizagem do aluno. Dependendo do conteúdo a ser trabalhado, o plano de aula vai sendo moldado, a critério do docente, sendo incrementado com vários desses recursos, como a aula de campo, por exemplo.

As aulas de campo são oportunidades em que os alunos poderão descobrir novos ambientes fora da sala de aula, incluindo a observação e o registro de imagens

e/ou de entrevistas as quais poderão ser de grande valia. Estas aulas também oferecem a possibilidade de trabalhar de forma interdisciplinar, pois dependendo do conteúdo, podem-se abordar vários temas (ANDRADE; MORAIS, 2009).

A LDB (1996) estabelece para o Ensino Médio, a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Ou seja, orientar o aprendizado para uma maior contextualização, uma efetiva interdisciplinaridade e uma formação humana mais ampla, não só técnica, já recomendando uma maior relação entre teoria e prática no próprio processo de aprendizado.

Jacobi (2011) salienta que para alcançar o propósito da intencionalidade política do ato pedagógico do educar, no sentido etimológico do "*educere*", faz-se necessária uma instrumentalização teórica e metodológica do educador no processo de formação inicial e continuada, nas diferentes áreas de formação, para poder desenvolver as potencialidades do educando no que diz respeito ao conhecimento sobre as mudanças climáticas e às atitudes e valores envolvidos nesse processo, desde a educação infantil até a educação superior.

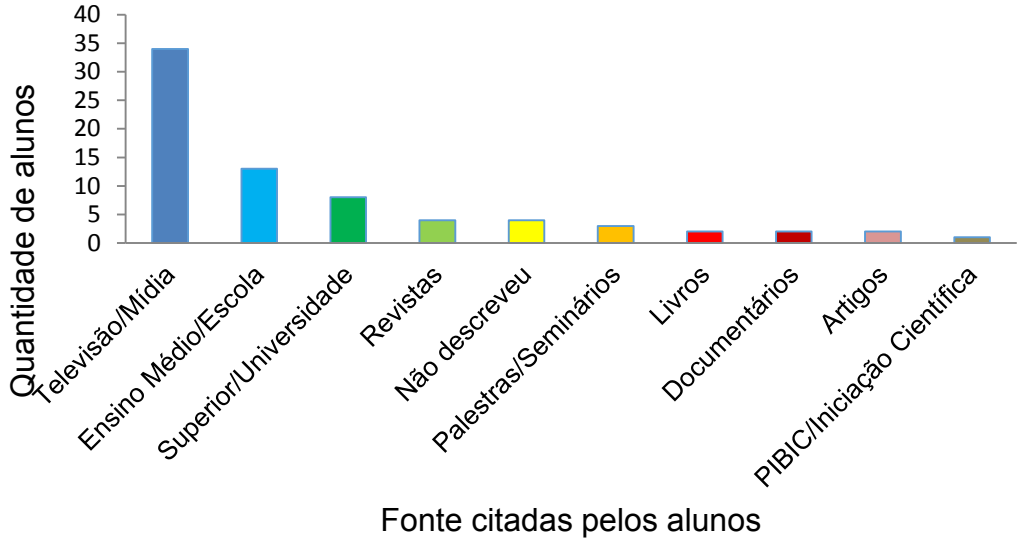
O Currículo do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas foi concebido em uma perspectiva dinâmica, onde a formação docente será realizada através da emancipação do pensamento e da argumentação, em um exercício permanente de autonomia e criatividade intelectual. Esse processo será articulado pelos diversos saberes e práticas propostas pela matriz do curso, onde componentes curriculares articuladores irão referenciar os conhecimentos essenciais, complementares, pedagógicos e da prática profissional (IFAM, 2013).

Assim, como o próprio PPC ressalta em sua justificativa, atualmente, ocorre uma escassez de professores de Ciências-Biologia, gerando a necessidade de formação de profissionais com boas condições de empregabilidade e formação específica na área. A região amazônica anseia por profissionais capacitados, que saibam organizar e gerir situações de ensino e aprendizagem de forma criativa, embasada teoricamente e contextualizando a realidade local.

2.4.2 Diagnóstico dos Alunos e Professores

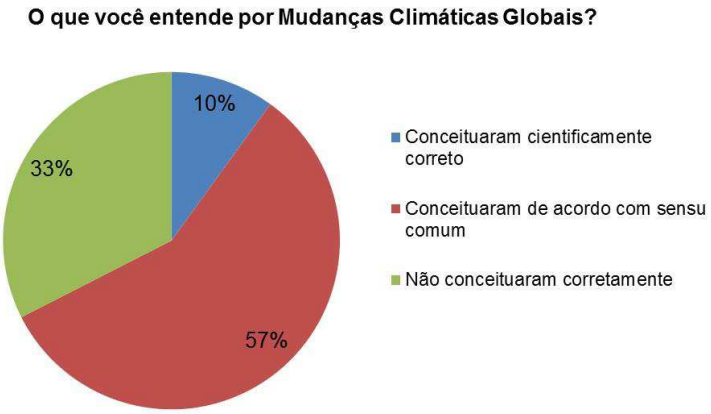
Todos os alunos responderam que já ouviram falar sobre MCGs, porém, esta discussão foi mediada na maior porcentagem pela mídia (Figura 16) o que pode ter levado os alunos à conceituarem MCGs apenas num senso comum (Figura 17).

Figura 16 - Frequência das respostas dos alunos quanto à fonte das discussões sobre MCGs.



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

Figura 17 - Frequência das respostas dos alunos quanto ao seu entendimento sobre MCGs.

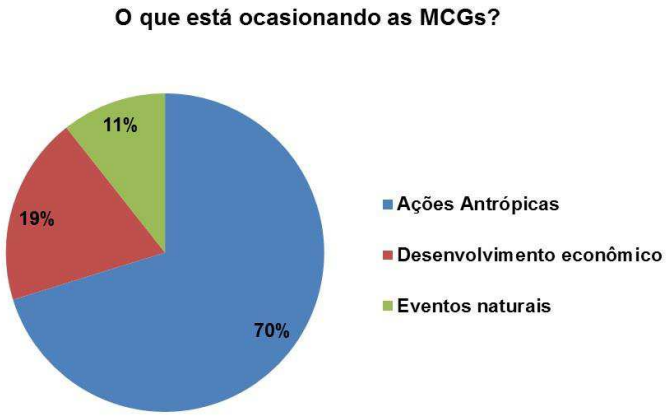


Fonte: Questionário aplicado aos alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

O fato dos alunos conceituarem as MCGs no senso comum, justifica-se por ser um tema que, cada vez mais, faz-se presente na pauta de discussões dos círculos de decisão econômica, política, de saúde e saneamento, tornando-se, ainda, uma questão sociopolítica de suma importância no mundo atual. Como tema interdisciplinar relevante, é frequentemente abordado pela mídia, atingindo grande parcela da opinião pública mundial e local. Televisão, rádio, jornal impresso e internet noticiam as consequências dos desastres em diversas partes do globo e, dificilmente, as informações são acompanhadas das devidas explicações científicas. No contexto de avanço da pesquisa científica, com o apoio do Comitê Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), as instituições de ensino podem complementar a formação de jovens estudantes acerca de um problema de grande magnitude, como o aquecimento global (STÜRMER et al, 2010).

Quanto ao entendimento dos alunos a respeito do que está ocasionando as MCGs (Figura 18), 70% deles acreditam que as MCGs estão ocorrendo pelas ações antrópicas, dentre essas ações foram descritos: as queimadas, desmatamentos e o uso inadequado dos recursos naturais. No entanto 19% atribuem tal acontecimento ao desenvolvimento econômico, incluindo neste fator o consumismo, e 11% citaram que as causas das MCGs são de origem natural.

Figura 18 - Percepção dos alunos quanto às causas das MCGs.



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

A resposta atribuída pelos alunos à questão do que está ocasionando as MCGs, nos demonstra que há uma consciência sobre as ações que ocasionam danos ao ambiente, pois como relata Czapski (2008, p. 3):

> Enfrentamos agora uma crise ambiental nunca vista na história, que se deve à enormidade de nossos poderes humanos. Pois tudo o que fazemos tem efeitos colaterais e conseqüências não antecipadas que, diante dos poderes que possuímos atualmente, tornam inadequadas as ferramentas éticas que herdamos do passado. Um filósofo contemporâneo, Hans Jonas, descreveu com uma simplicidade contundente a crise ética de profundas incertezas em que nós achamos: (Nunca houve tanto poder ligado com tão pouca orientação para seu uso). Pois, tecnologias altamente impactantes nos chegam sem manual de instruções ou bula.

Ou seja, as ações antrópicas, são as responsáveis por gerar ou agravar problemas ambientais e não devemos nos ausentar para a resolução dos mesmos. Logo, o que nos sugere as pesquisas realizadas é de que, há forte evidência de que está havendo um aquecimento global significativo no planeta, com mudanças no clima da Terra, e boa parte desse aquecimento pode ser atribuído às atividades humanas nas últimas décadas (GREENPEACE et al., 2006, p. 13).

Para a questão: Você acredita que a Amazônia tem alguma relação com as MCG? 97% dos alunos acreditam que a Amazônia tem alguma relação com as MCGs e apenas 3% descreveram que não existe relação alguma (Figura 19).

Figura 19 - Frequência das respostas dos alunos quanto à questão da relação da Amazônia com MCGs.



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

O que nos revela que os alunos possuem algumas informações em relação à importância da floresta amazônica no contexto das mudanças climáticas globais. Porém, analisando às questões mais específicas, essa concepção está relacionada à conceitos superficiais, demonstrando a necessidade de se inserir conceitos mais compreensíveis que envolvem as relações mais complexas do tema.

A maioria dos alunos relacionaram corretamente as consequências ocasionadas pelas MCGs (Quadro 5), porém alguns citaram algumas consequências relacionadas à problemas ambientais, mas que não são ocasionados diretamente pelas MCGs, como por exemplo: falta de alimento e poluição.

Quadro 5 - Respostas dos alunos em relação ao que eles compreendem como consequências das MCGs.

Quais as conseqüências das mudanças climáticas globais?		
Disciplina	Opinião dos alunos	Porcentagem das respostas
Ecologia da Amazônia (8° período)	Aumento da temperatura	21%
	Alterações no clima	16%
	Desequilíbrio ecológico	16%
	Poluição Atmosférica	11%
	Poluição	11%
	Afetam os organismos vivos	5%
	Influencia na qualidade de vida das pessoas	5%
	Doenças	5%
	Queimadas das florestas	5%
	Derretimentos das calotas polares	5%
Fisiologia Vegetal (8° período)	Alterações no clima	37%
	Desequilíbrio ecológico	18%
	Aumento da temperatura	9%
	Descaracterização das estações climáticas	9%
	Queimadas	9%
	Falta de alimento	9%
	Doenças respiratórias	9%
Ecologia Básica (2° período)	Aquecimento global	28%
	Desaparecimento de ecossistemas	18%
	Aparecimento de novos ambientes	18%
	Problemas de saúde para a população	9%
	Mudança de temperatura	9%
	Variações climáticas	9%
	Poluição	9%

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

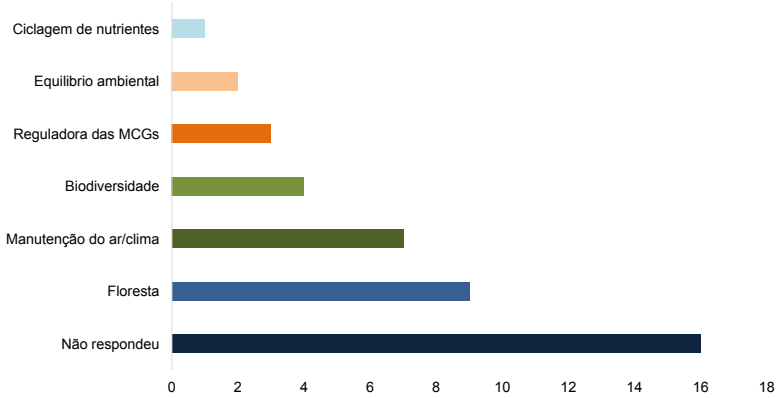
Portanto, vale ressaltar a importância da discussão sobre MCGs, ao nível de ensino. A proposta dessa discussão nos cursos de LCB possibilita a capacitação dos futuros professores quanto aos conceitos, processos e transformações que envolvem o tema.

Todos os alunos entendem que a Amazônia tem alguma relação com as MCGs, contudo, ao analisar as justificativas percebe-se que as relações citadas por eles não estão bem definidas, o que nos sugere a falta de compreensão das relações mais complexas que estão envolvidas neste processo. Quanto à questão sobre qual a importância da Amazônia no contexto das MCGs? Todos os alunos acreditam que a Amazônia é importante neste contexto, sobretudo no que se refere à sua Floresta e Manutenção do ar/clima, contudo uma grande porcentagem dos alunos não soube responder (Figura 20).

> A peculiaridade geográfica fundamental da Região Amazônica diz respeito a sua exuberante natureza: a vasta floresta tropical e a gigantesca bacia hidrográfica do rio Solimões/Amazonas. A existência de enormes reservas de recursos naturais (florístico, fauniano e mineral) vem balizando as relações econômicas, políticas e sociais na sua história, na medida em que é vista como uma das últimas fronteiras de exploração de recursos, na expansão da economia mundial (IFAM, 2013, p. 8).

Diante disso, a formação de um profissional capacitado e que compreenda as complexas relações ecológicas regionais, fazem parte da justificativa para a oferta do curso de LCB no IFAM. No entanto, entendemos que compreender as relações das MCGs no contexto da Amazônia, é de suma importância e primordial para um despertar relacionado às questões ambientais.

Figura 20 - Respostas dos alunos em relação à importância da Amazônia no contexto das MCGs.



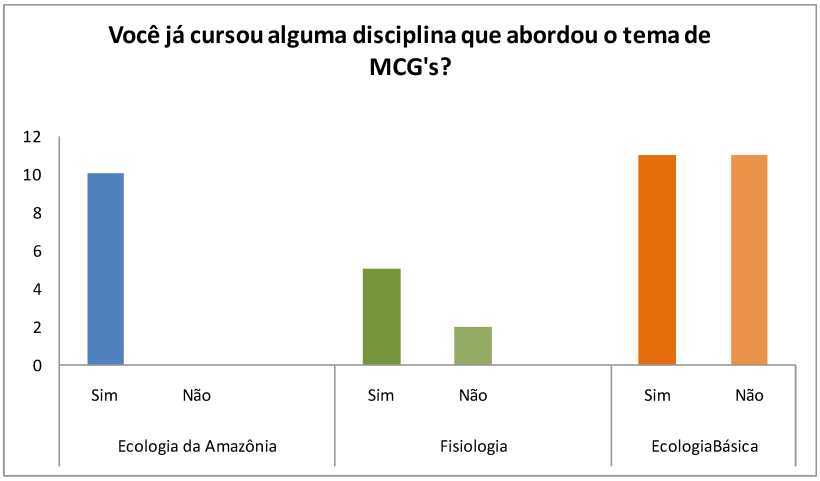
Fonte: Questionário aplicados aos alunos do curso de LCB do IFAM, 2014.

O fato de grande parte dos alunos não saberem responder qual a importância da Amazônia no contexto das MCGs é preocupante, pois compreender a relação da floresta amazônica neste contexto é um passo para o desenvolvimento de uma concepção para a conservação ambiental.

> É importante saber que as árvores da floresta não interagem somente entre si, mas principalmente com o ambiente onde estão. Em termos mais científicos, dizemos que a floresta forma um "ecossistema", onde a parte viva (animais, plantas, microorganismos, e outros), chamada de meio biótico, interage com o meio abiótico (solo, ar, água). Como exemplos destas interações com o seu ambiente podemos citar a relação entre a floresta e a água, e entre a floresta e o ar (HIGUCHI; CAMPOS, 2009, p. 11).

Porém, todos os alunos da disciplina de Ecologia da Amazônia (Figura 21), relataram que já cursaram alguma disciplina que abordou os conhecimentos sobre MCGs. Já entre os alunos de Fisiologia Vegetal, dos 7 questionados, apenas 2 (dois) falaram que ainda não tiveram nenhuma disciplina com esta temática. Na disciplina de Ecologia Básica, dos 22 alunos que participaram da amostragem, 50% responderam que já cursaram disciplinas que abordam MCGs e os outros 50% nunca cursaram nenhuma disciplina que abordou a temática analisada.

Figura 21 - Frequência das respostas dos alunos quanto ao ter cursado alguma disciplina que tenha discutido sobre MCGs.



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

Dentre as disciplinas citadas pelos alunos (Quadro 6) estão: Ecologia Básica, Ecologia da Amazônia, geociências, Educação Ambiental, fundamentos de Física, Biofísica, Geologia, Sociologia, Vertebrados, Fisiologia, Agroecologia e Química.

Algumas disciplinas citadas, segundo os alunos, foram desenvolvidas no Ensino Médio tais como Biologia, Geografia e Ciências. O que reforça dizer, que os alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas devem estar preparados para a contextualização deste tema com seus futuros alunos, para propiciarem um ensino de qualidade.

Quadro 6 - Respostas dos alunos quanto as disciplinas que já discutiram sobre as MCGs.

Quais as disciplinas que já discutiram sobre as MCGs?	
Disciplinas Analisadas	**Disciplinas relacionadas pelos alunos**
Ecologia da Amazônia (8° período)	Ecologia Básica Ecologia da Amazônia Geociências Educação Ambiental Fundamentos de Física Biofísica
Fisiologia Vegetal (8° período)	Ecologia da Amazônia Geologia Sociologia Ecologia básica Vertebrados Fisiologia
Ecologia Básica (2° período)	Ecologia básica Biologia Ens. Médio Geografia Ens. Médio Bioecologia Agroecologia Química Impacto Ambiental Ciências Ens. Médio

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

Quanto à questão: De que forma a disciplina que você está cursando se relaciona com as MCGs? Para a turma de Fisiologia, a relação surge quando o professor aborda os conhecimentos específicos para a compreensão do ciclo dos vegetais, incluindo a relação dos mesmos com o ambiente. Quanto a turma de Ecologia da Amazônia, foi destacado que a necessidade em relacionar as MCGs com a disciplina dar-se principalmente quando o professor aborda as características dos ambientes amazônicos, solo, atmosfera, planta.

Já os alunos da Ecologia Básica destacaram a relação com o conteúdo dos ciclos biogeoquímicos e ecossistemas florestais. Percebe-se que os alunos

compreendem onde os conteúdos específicos das disciplinas pesquisadas se relacionam com as MCGs.

Todos os alunos da amostragem destacaram que o tema sugerido é de grande importância para ser tratado ao nível de ensino no IFAM. A obtenção dos conceitos teóricos sobre MCGs pelos alunos e professores pode auxiliar na diminuição de danos sobre o ambiente. Tal abordagem contribuiria para despertar a concepção de preservação e/ou conservação da floresta amazônica.

Dessa forma, esse processo de aprendizagem irá de encontro com as competências e habilidades básicas previstas pelo PPC ao Licenciado em Ciências Biológicas, que deverá:

> Articular os conteúdos da Área de Ciências Biológicas, com os conteúdos das diferentes áreas de conhecimento de forma multi e interdisciplinar. Ter consciência de seu papel na formação de cidadãos críticos, solidários e atuantes na sociedade, na busca de melhoria da qualidade de vida; Desenvolver práticas inovadoras, com responsabilidade sócio-ambiental, capazes de ampliar e aperfeiçoar sua área de atuação; Desenvolver a docência baseando-se na realidade regional e nacional, priorizando as especificidades da Região Amazônica (IFAM, 2013, p. 31).

As ciências do ambiente têm como um dos grandes desafios o aprofundamento e avanços dos conhecimentos sobre as causas e consequências das mudanças climáticas globais na vida da sociedade contemporânea. Uma das formas de propagação desse conhecimento é por meio das pesquisas que vem sendo realizadas nos últimos anos por uma gama de pesquisadores de todo o Mundo no sentido de explicar os efeitos dos desmatamentos, efeito estufa, aumento na temperatura do planeta, elevação no nível do mar dentre outros, na vida dos seres humanos.

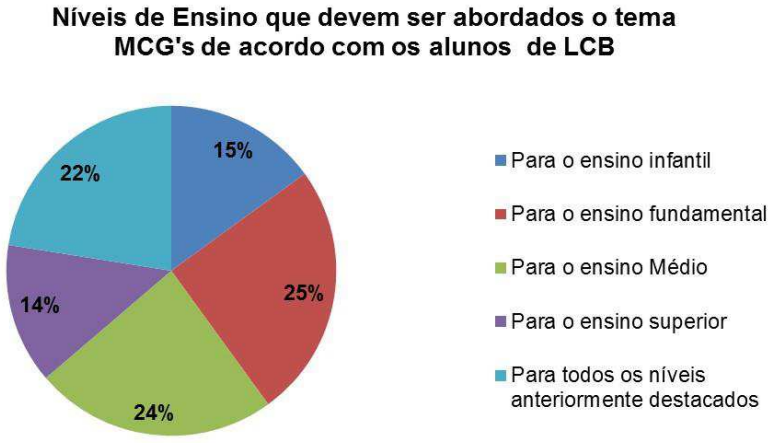
Portanto, os institutos de pesquisas e Institutos de Ensino Superior (IES), representados pelos pesquisadores e professores, têm uma missão de suma importância no sentido de disseminar os conhecimentos sobre esse tema. Apesar da corrente dos ceticistas, que negam o aquecimento global, e da polêmica sobre a suspeita de manipulação de alguns dados dos relatórios, não há mais argumentos científicos que neguem que um dos agentes dessas mudanças é o próprio ser humano (JACOBI et al, 2011).

Diante desse panorama convém aos pesquisadores e educadores ambientais um olhar atento sobre os efeitos e vulnerabilidades a que todos estamos expostos diante das MCGs, bem como os desafios aos educadores para conter e minimizar a crise ambiental que vem acelerando os efeitos dessas mudanças, pois é uma questão de responsabilidade e cidadania global (GUERRA, 2013).

Faz-se necessário uma aproximação dos Institutos de Pesquisas com as Instituições de Ensino, socializando os resultados das pesquisas, ou ir, além disso, às Instituições de Ensino trabalharem mais num sentido de gerar suas próprias pesquisas. Recentemente, instituições como o INPE, INPA e EMBRAPA desempenham a missão respectivamente de: produzir ciência e tecnologia nas áreas espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil; gerar e disseminar conhecimentos e tecnologia; capacitar recursos humanos para o desenvolvimento da Amazônia e viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira.

Portanto, a aproximação desses resultados ao nível de ensino (Figura 22) proporcionaria uma rica base de dados para a discussão contextualizada com os alunos. Enquanto 25% dos alunos responderam que as MCGs devem ser trabalhadas no ensino fundamental, 24% indicaram ao Ensino médio, 22% disseram que este tema deveria ser trabalhado em todos os níveis de ensino, 15% indicaram a abordagem desta temática para o ensino fundamental e 14% para o ensino superior.

Figura 22 - Porcentagem das respostas dos alunos quanto ao nível de ensino eles acreditam que deveriam abordar o tema MCGs.



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

Os alunos apontaram que gostariam que os conhecimentos sobre as MCGs (Figura 23) fossem divulgados no IFAM por meio de realização de eventos (29%), por meio de palestras (28%), apontaram também o vídeo (20%) como uma possibilidade de divulgar os conhecimentos em torno do referido tema.

Figura 23 - Porcentagem das respostas dos alunos quanto à questão de como eles gostariam que o tema fosse divulgado no IFAM.



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

Marchiore et al (2006), destaca como principais funções dos eventos científicos: criar oportunidades para a troca de experiências entre os pesquisadores; atualização sobre os progressos recentes de uma área; sistematizar os avanços mais recentes em uma área; divulgar novos conhecimentos; e, traçar diretrizes e metas para os futuros empreendimentos numa determinada área do saber. Por outro lado, 20% dos alunos indicaram que esses conhecimentos deveriam ser abordados por meio do vídeo. Conforme as tecnologias de conexão e de captação e produção de vídeos foram evoluindo na última década, o vídeo on-line tornou-se uma realidade e uma febre. O YouTube, o maior e mais popular site de compartilhamento de vídeos on-line do mundo, é uma febre entre as pessoas de todas as idades e em todo o mundo (GABRIEL, 2013).

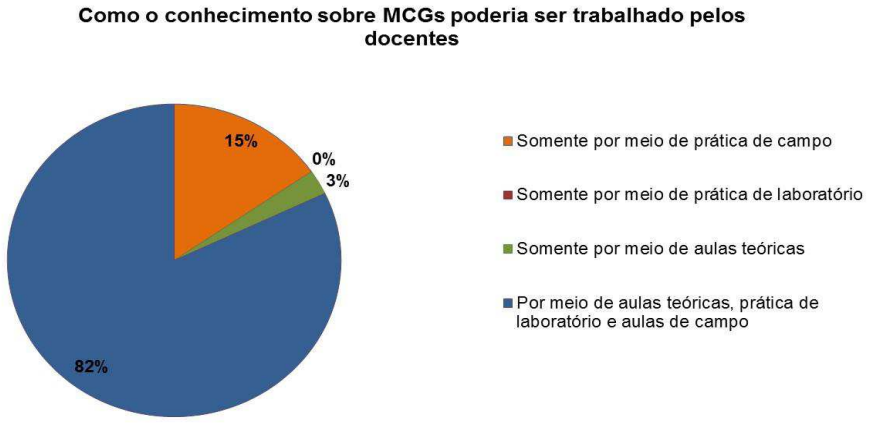
O vídeo auxilia o processo de educação de diversas formas segundo o *The Impacto Video in Education*[4]: aumenta o engajamento e entusiasmo entre os

[4] Disponível em: <http://edtechtimes.com/2012/10/05/the-impact-of-video-in-education-infographic/>. Acesso em: 22 ago. 2014.

estudantes; melhora o resultado do aprendizado; facilita a colaboração; otimiza os recursos das escolas e universidades e atende a diferentes estilos de aprendizado.

O uso de recursos tecnológicos (sites, vídeo aula, guias digitais) inserido no contexto do ensino e aprendizagem, enriquece o conteúdo a ser desenvolvido em sala de aula, despertando interesse no aluno, favorecendo a aprendizagem de uma forma lúdica, permitindo que o professor saia do livro físico. Uma vez que os alunos apontam a necessidade de dinamizar a discussão em torno do tema das MCGs (Figura 24).

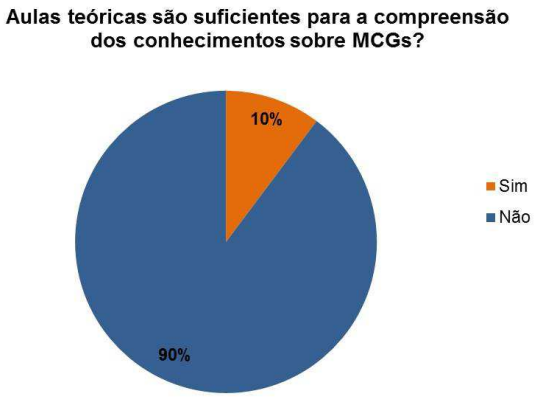
Figura 24 - Respostas em relação como os alunos gostariam que fossem repassados os conhecimentos sobre as MCGs pelos professores.



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

Dessa forma, 90% dos alunos (Figura 25) acreditam que as aulas teóricas apenas, não são suficientes para a compreensão dos conhecimentos que envolvem as MCGs. Apontando a necessidade de práticas para a melhor compreensão das questões em torno desta temática. Fato que se faz presente no PPC, destacando que, as diferentes práticas encontram-se inseridas na estrutura curricular do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, de forma transversal, articulando as atividades de natureza acadêmica e de cunho profissional (IFAM, 2013).

Figura 25 - Respostas dos alunos em relação às aulas teóricas, se elas são suficientes para a compreensão dos conhecimentos sobre MCGs.



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

Dos 5 (cinco) professores que participaram da pesquisa, 3 (três) tem formação em nível de doutorado e 2 (dois) em nível de mestrado, os mesmos trabalham em várias disciplinas do curso de LCB (Quadro 7).

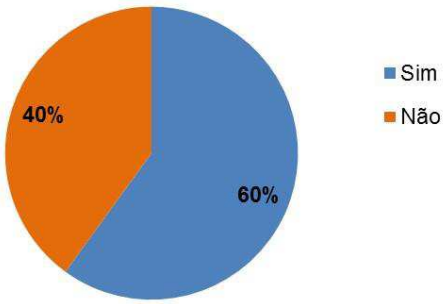
Quadro 7 - Relação das disciplinas que os professores atuam. IFAM, 2015.

Professores	Disciplinas que atuam/tempo
P1	Morfologia dos Vegetais – Tempo + de 2 anos Anatomia dos Vegetais Microbiologia Fisiologia Vegetal Estudo dos Vegetais Inferiores e Intermediários
P2	Ecologia da Amazônia - Tempo: 3 anos e 5 meses Fundamentos de Geociências - Tempo: 3 anos e 5 meses Geoquímica - Tempo: 3 anos e 5 meses Gestão Ambiental - Tempo: 3 anos e 5 meses Química Ambiental - Tempo: 3 anos e 5 meses Tecnologia de Processos Agroindustriais - Tempo: 3 anos e 5 meses Tecnologia de Carnes e Derivados - Tempo: 3 anos e 5 meses
P3	Topografia – Tempo: 2 anos Ecologia – Tempo: 2 anos Educação Ambiental – Tempo: 2 anos Química ambiental – Tempo: 1 ano
P4	Ecologia básica – Tempo: 8 anos Embriologia comparada – tempo: 8 anos Metodologia do ensino de ciências – Tempo: 1 ano Metodologia do ensino de Biologia – Tempo: 1 ano Parasitologia – Tempo: 3 anos Fisiologia geral e comparada – Tempo: 4 anos"
P5	Embriologia - Tempo: 1 semestre Vertebrados - Tempo: 1 semestre Fundamentos em Biologia - Tempo: 1 semestre Biologia II - Tempo: 1 ano Botânica I e II - Tempo: 1 ano

Fonte: Questionário aplicado aos professores do IFAM do curso de LCB, 2015.

Entre os professores questionados 80% deles relataram que a discussão sobre as MCGs está presente nas disciplinas ministradas, e apenas 20% destacaram que não existe esta abordagem. Em relação ao PPC, 60% dos professores (Figura 26) responderam que este possui ementas que contemplam a difusão com relação as MCGs para as disciplinas ministradas por eles, sendo que 40% dos professores afirmaram que não, que o PPC não contempla tão abordagem. Em análise realizada às ementas dos cursos, verificou-se que os conteúdos das disciplinas obrigatórias não mencionam as MCGs, por ser um tema transversal e interdisciplinar podendo ser discutido nas disciplinas correlatas o que pode ter levado aos professores a fazerem essa associação.

Figura 26 - Porcentagem das respostas dos professores em relação ao PPC de LCB.



Fonte: Questionário aplicado aos professores do curso de LCB do IFAM, 2015.

Todos os professores da pesquisa destacaram que na região amazônica há alternativas em relação aos espaços não formais ENFs que podem ser utilizados para o desenvolvimento de aulas práticas para o ensino das MCGs, e destacaram alguns dos ambientes (Quadro 8) que podem propiciar esta prática.

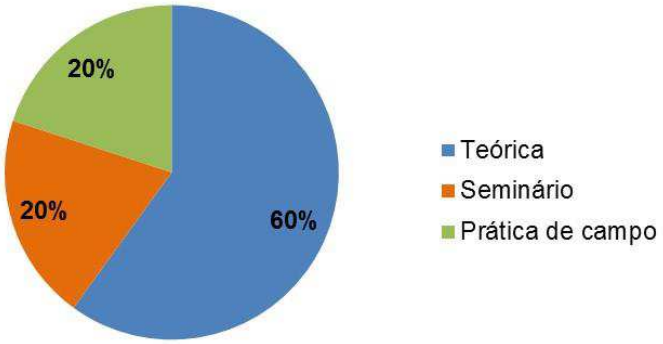
Quadro 8 - Opinião dos professores quanto aos espaços não formais que podem ser utilizados para a discussão das MCGs. IFAM, 2015.

Professores	Ambientes destacados
P1	Ambientes de florestas e rios
P2	Bosque da Ciência, Jardim Botânico o INPA, Parque do Mindú, áreas de floresta primária e áreas degradadas no meio urbano e rural,
P3	Visitas a Outras Instituições INPA, Embrapa UFAM e Reservas Como a Ducke ou Outros Camp I do IFam.
P4	Reserva Soka Gakai, Áreas de seca/ inundação (Praias, regiões de campinarana)
P5	Nos portos de Manaus, e em visita as florestas de Igapó e Várzea.

Fonte: Questionário aplicado aos professores do curso de LCB do IFAM, 2015.

Apesar dos professores indicarem que na sua prática pedagógica relacionam a teoria com a prática, quando foram questionados de que forma trabalham esses conhecimentos em sala de aula, percebeu-se que grande parte dos professores destacaram que os conhecimentos são trabalhados numa abordagem mais teórica (Figura 27), de forma isolada, já que nos componentes curricular contidos no PPC não é evidenciado essa temática.

Figura 27 - Porcentagem das respostas dos professores em relação à forma como trabalham o tema das MCGs.

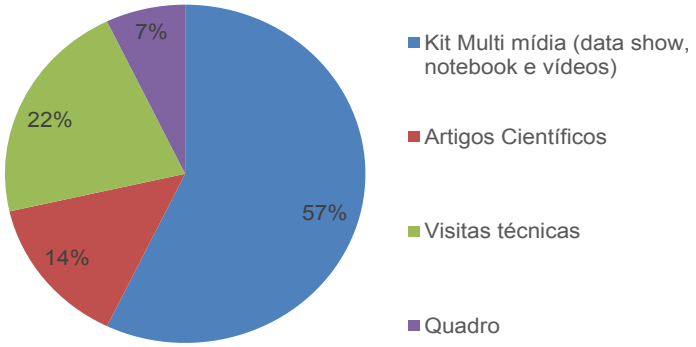


Fonte: Questionário aplicado aos professores do curso de LCB do IFAM, 2015.

A atividade teórica é que possibilita de modo indissociável o conhecimento da realidade e o estabelecimento de finalidades para sua transformação. Mas para produzir tal transformação não é suficiente a atividade teórica; é preciso atuar praticamente (PIMENTA, 1995 p. 63).

Quanto aos recursos didáticos utilizados pelos professores nas disciplinas, foram destacados (Figura 28): 29% Kit multimídia, composto por notebook e data show, 29% vídeo, 21% visitas técnicas, 14% utilizam artigos científicos e 7% o quadro. Para Souza (2007, p.111), Recurso didático é todo material utilizado como auxílio no ensino aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado, pelo professor, a seus alunos. A variedade de recursos didáticos possíveis de serem utilizados é vasta, principalmente, para os professores de Ciências Naturais, por ser uma disciplina multidisciplinar que utilizar conteúdos da Física, Química, Biologia e Temas Transversais.

Figura 28 - Porcentagem das respostas dos professores em relação ao uso dos recursos didáticos.



Fonte: Questionário aplicado aos professores do curso de LCB do IFAM, 2015.

O professor pode fazer uso de diversos recursos levando em consideração a adequação em cada momento ou cada fase do processo de ensino. Souza (2007) ressalta que utilizar recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, desenvolvendo sua criatividade, coordenação motora e habilidade de manusear objetos diversos que poderão ser utilizados pelo professor na aplicação de suas aulas. O uso de recursos didáticos deve servir de auxílio para que no futuro os alunos aprofundem, apliquem seus conhecimentos e produzam outros conhecimentos a partir desses.

2.4.3. Importância do conhecimento sobre MCGs para os alunos e professores do Curso (LCB)

Alunos do curso de LCB serão futuros propagadores dos conhecimentos relacionados às MCGs, necessitando da discussão desse conhecimento durante sua formação acadêmica, o que por sua vez, dependendo da forma de como está sendo desenvolvido pode influenciar na qualidade do processo de ensino aprendizagem, levando-nos a refletir sobre como está sendo abordado este tema e quais recursos tecnológicos e pedagógicos estão sendo utilizados para o ensino da temática em análise.

A alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. É recomendável enfatizar que essa deve ser uma preocupação muito significativa no ensino fundamental, mesmo que se advogue a necessidade de atenções quase idênticas também para o ensino médio (CHASSOT, 2003).

Os PCNs (BRASIL, 1998) apontam para a construção de um aprendizado que conduza professores e alunos a assumirem tarefas coletivamente vivenciadas a partir de novas formas de abordagem e atualização dos conteúdos escolares. Afirma ainda que conteúdos como esse são aprendidos em atividades práticas, por meio da orientação organizada e sistemática dos professores. Acreditam ainda que a atuação nessas atividades favorece tanto as construções e reconstruções conceituais quanto o aprendizado da participação e responsabilidade sociais baseados na vivencia concreta e na reflexão.

Os PCNs de Ciências Naturais (BRASIL, 1998) relatam que as atividades práticas são uma grande solução para o ensino de Ciências como facilitadoras do processo de transmissão do saber científico. Mas, enfatizam a importância do papel dos professores nesse processo, bem como a necessidade de se priorizar a formação, capacitação permanente e informação do professor sobre esses temas emergentes atuais, incluindo melhoria das condições salariais e de trabalho; assim como a divulgação de materiais de apoio.

Todos os alunos acreditam que é necessária e de suma importância a discussão sobre as MCGs. Tal importância está relacionada com as evidências ocasionadas nos últimos anos, no qual os alunos apontam a necessidade de um

melhor esclarecimento sobre essas questões (Quadro 9). Dentre as alternativas suscitadas pelos alunos está a questão de que é um tema atual e faz-se necessário a compreensão dos processos envolvidos.

Quadro 9 - Compreensão dos alunos quanto a importância de se discutir sobre as mudanças climáticas globais.

Qual a importância de se discutir nos dias de hoje as Mudanças Climáticas Globais?		
Disciplina	Opinião dos alunos	Aluno
Ecologia da Amazônia (8° período)	Saber se esse fato é real	A1/A6/A8
	Saber o que fazer/Discutir sobre o que fazer	A2/A7
	Saber quais problemas futuros pode ocasionar	A3
	Avaliar quais suas consequências	A4
	Compreender o que causam para a tomada de estratégias	A5/A10
	Porque é atual	A6/A2
	Está relacionado com a vida e o bem estar	A7/A9
	Entender os processos climáticos	A8
	Relacionar às questões de recursos naturais	A9/A4
	Conscientizar as pessoas de que elas são responsáveis por essa mudança do clima	A10/A5
	Fato Histórico	A3/A1
	Preservar para as gerações futuras	A4/A2
Fisiologia Vegetal (8° período)	Saber se esse fato é real	A11/A14
	Saber o que fazer/Discutir sobre o que fazer	A12/A17
	Saber quais problemas futuros pode ocasionar	A13/A19
	Avaliar quais suas consequências	A14/A11
	Compreender o que causam para a tomada de estratégias	A15
	Porque é atual	A16/A19/A 17/A13
	Está relacionado com a vida e o bem estar	A17
	Entender os processos climáticos	A18/A12
	Relacionar às questões de recursos naturais	A19/A11
	Conscientizar as pessoas de que elas são responsáveis por essa MC	A11/A18
	Fato Histórico	A12/A16
	Preservar para as gerações futuras	A14/A15
Ecologia Básica (2° período)	Devido aos problemas ambientais (seca, descongelamento das calotas polares)	A20/A38/A 40
	Para que haja uma compreensão do assunto	A21/A23/A 37
	Para que se criem estratégias e meios para a preservação	A35/A29
	Conhecer os fatores climáticos globais e suas implicações	A23/A27
	Vital por causa das consequências	A33/22
	Identificar as causas, para uma tentativa de diminuir as ações que prejudicam o meio ambiente	A24/A30/A 32
	Necessidade de alertar e informar sobre as causa e consequências	A33
	Para que todos tenham conhecimento sobre o tema	A25/A34
	Qualidade de vida	A28/A31
	Conhecer para a obtenção de soluções	A29/A27

	Criação de uma consciência ambiental	A30/A26
	Sobrevivência das espécies	A31/A34
	Discutir sobre o tema para que as pessoas percebam seu papel nesse processo	A36
	Porque afeta toda a população mundial	A39/A20

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

Os professores admitem ser importante a discussão dos conhecimentos sobre as MCGs, dada a repercussão que envolve o tema. Várias foram às relevâncias apontadas pelos mesmos (Quadro 10), entre elas, de que a questão sobre MCGs com os alunos auxiliaria na aquisição de conhecimento atual sobre os conceitos ainda não conhecidos que pode ser trabalhado futuramente na sua atividade profissional, compreendendo melhor a importância da região amazônica, sendo ainda capaz de discernir sobre os fatos divulgados pela mídia.

Quadro 10 - Opinião dos professores em relação a relevância ao se difundir esta temática para alunos dos cursos de graduação.

Professores	Opinião
P1	• Formação de uma concepção ambiental; • Conscientização ambiental; • Ênfase para problemas globais;
P2	• Aquisição de conhecimento atual sobre os conceitos que envolvem o tema MCG para ser trabalhado futuramente na sua atividade profissional futura em sala de aula com os alunos caso seja questionado sobre o tema; • Entender melhor a importância da região amazônica frente as MCGs; • Elucidar dúvidas dos alunos frente as inúmeras discussões via mídia, já que esse tema é de grande relevância em termos de manutenção da vida na Terra.
P3	• Ampliar conhecimento acerca da temática global que são as Mudanças Climáticas; • Analise da realidade local frente a grandes problemas mundiais; • Reconhecer o que pode ser feito frente aos desafios globais Como cidadão.
P4	• Conhecer e aprofundar-se com questões atuais de nossa realidade; • Esclarecer e ter fundamentação teórica para julgar as informações divulgadas pela mídia sobre o tema; • Conhecer um tema que frequentemente é cobrado em concursos da área de Biologia; • Aprofundar-se num tema de interesse e relacionado à futura profissão do egresso.
P5	• Para que os discentes tenham compreensão do que é Clima. • Compreender a importância do Clima para a manutenção dos Biomas e Fisionomias Vegetais.

	• Compreender as relações do Clima com a Biota.

Fonte: Questionário aplicado aos professores do curso de LCB do IFAM, 2015.

Os resultados relacionados à formação dos professores (Quadro 11), revelam que de alguma maneira a formação dos mesmos estão relacionadas às questões ambientais, como as MCGs. Diante disso, todos os professores sentem-se à vontade para discutir sobre MCGs com seus alunos.

Quadro 11 - Formação dos professores de LCB do IFAM.

Professor	Formação
P1	Licenciatura em Ciências Biológicas e Mestrado em Ecologia
P2	Licenciatura em Ciências Biológicas, Mestrado em Botânica e Doutorado em Agronomia Tropical
P3	Engenharia Agronômica, Mestrado em solos e nutrição de plantas e Doutorado em Ecologia de Ecossistemas Terrestres
P4	Licenciatura em Ciências Biológicas e Mestrado em Botânica.
P5	Agronomia

Fonte: Questionário aplicado aos professores do curso de LCB do IFAM, 2015.

Prada (2012), após analisar alguns trabalhos, concluiu que, a pesquisa-ação induz ao questionamento, à busca, ao papel ativo dos professores participantes, à reflexão sobre suas práticas para posteriormente reconstruí-las, permitindo, assim, a apropriação partilhada do conhecimento.

Inclusive, um dos professores destacou a importância de estar atualizado sobre o tema, incluindo publicações a respeito do mesmo, além de ter trabalhado diretamente em sua formação acadêmica em projetos relacionados a dinâmica do carbono no ecossistema terrestre, calculando seus teores e estoques, analisando o potencial dos ecossistemas amazônicos bem como sua importância. Com essa experiência permite que o professor sinta-se à vontade em discutir temas relacionados, como relata outro professor:

> O conteúdo mencionado é muito discutido na disciplina de Ecologia Básica, que ministro aqui no IFAM, quando nos referimos ao ciclo do carbono. Assim, vejo que o tema proposto é uma forma de contextualizar os ciclos biogeoquímicos (P1, 2015).

Um outro relato, destaca, a falta de recursos como forma de despertar o interesse dos alunos em termos motivacionais que contribuam para a associação da realidade local aos problemas relacionados ao tema. Mesmo que haja uma discussão por parte dos professores e que os mesmos estejam motivados e preparados para ministrar aulas que aborde conhecimentos sobre MCGs. Percebemos a falta de dinamismo para a discussão de forma a favorecer uma aprendizagem significativa dos alunos, seja por inserir uma nova estratégia didática ou um recurso tecnológico. Assim, a necessidade dessa inserção é emergente e fundamental frente aos desafios ambientais que nos são impostos na atualidade.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desta pesquisa ficou evidente a necessidade de ampliar a discussão acerca das MCGs, considerando os 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 PPC de LCB demonstrou a ausência do conteúdo sobre MCGs e, consequentemente, nas ementas das disciplinas no eixo obrigatório, estando presente apenas em disciplina específica como desenvolvimento sustentável e políticas públicas, as quais fazem parte do quadro de disciplinas optativas.

Os conhecimentos prévios dos alunos mostraram o quanto a disseminação desse conteúdo por meio da mídia influencia suas concepções em torno do tema, caracterizando os conceitos no senso comum, afastando o aluno dos conceitos científicos. Portanto, é de suma importância a discussão sobre os conhecimentos relativos as MCGs a nível de ensino, permitindo que os alunos sejam capazes de compreender e de disseminar as relações mais complexas em torno desta temática.

Percebemos a necessidade de ampliar as estratégias didáticas voltada para a aprendizagem, não focada somente no ensino de determinados conteúdo. Dessa forma, a interpretação e a problematização das causas e consequências das MCGs no campo conceitual e no fazer prático da Educação no Brasil ainda estão emergindo. Há um conjunto de experiências pedagógicas, deliberações e propostas da Educação, mas de maneira isolada, que ainda não permitem afirmar de forma segura quais são os posicionamentos e sugestões apresentadas pela Educação quanto a essa temática.

Tanto os alunos como os professores, apontam a relevância da discussão dos conhecimentos sobre as MCGs, dada a repercussão que envolve o tema e sua relação com a região amazônica em termos de conservação e preservação dos recursos naturais para a manutenção e equilíbrio da vida na Terra. Formar professores capazes de estimular a reflexão em torno das questões ambientais, cidadãos críticos, capazes de compreender o mundo em que vivem conscientes de suas ações ao meio ambiente, o caminho para essa formação é por meio da educação.

REFERÊNCIAS

ABREU, G. R. **A Prática Pedagógica dos Professores de Ensino Técnico por Competências – Resistências ou Desafios?** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá, 2005.

ANDRADE, M. H. P.; MORAIS, M. B. **Ciências – ensinar e aprender**. ed Dimensão, Belo Horizonte, 2009.

BRASIL. Ambiental. 3. ed. Brasília: MMA, DEA, MEC, Coordenação Geral de Educação Ambiental, 2005.

BRASIL. LDB et al. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**, 1996.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. MEC, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental. **– Brasília: MEC /SEF**, 1998. 138 p.

CARMELLO, V. et al. O discurso de escolares a respeito do aquecimento global. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, Viçosa MG, 2009. **Resumos**. Viçosa-MG: UFV, 2009.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Educação. **Revista Brasileira de Educação**, 2003. Nº 22.

CZAPSKI, S. Água, Mudanças Ambientais globais. Pensar + agir na escola e na comunidade. **Ministério da Educação, Secad: Ministério do Meio Ambiente, Saic**, 2008.

FONSECA, G.; ANDRADE CALDEIRA, A. M. Uma reflexão sobre o ensino aprendizagem de ecologia em aulas práticas e a construção de sociedades sustentáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, 2008.

GABRIEL, M. **Educar: a revolução digital na educação.** 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

GADOTTI, M. Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da educação para o desenvolvimento sustentável. **Produção de terceiros sobre Paulo Freire; Série Livros**, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOHN, M. G. Educação não-formal na pedagogia social. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA SOCIAL, 1. São Paulo, 2006. **Anais**. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

GREENPEACE, Mudanças do Clima. Mudanças de Vidas-Como o aquecimento global já afeta o Brasil. **Greenpeace Brasil**, 2006.

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

IALEI – International Alliance of Leading Education Institutes. **Climate Change and Sustainable Development:** The Response from Education: a crossnational report from International Alliance of Leading Education Institutes. Denmark: IALEI, dec. 2009.

IFAM, **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do** Comissão de Elaboração do Projeto: Lucilene da Silva Paes - Coordenadora; Núbia Lira Cintrão – Pedagoga; Rosa Oliveira Marins Azevedo – Pedagoga. Manaus, 2013.

JACOBI, P. R. (coord); SILVA, L. F.; SULAIMAN, S. N.; NEPOMUCENO, T. C.; RATINHO, L. M. **Education and Climage Change in Brazil** – Report for the IALEI Project – Climate change and sustainable development: The response from Education in Brazil, 2009. Disponível em: <http://educationforsustainabledevelopment.com/blog/>. Acesso em: 22 ago 2014.

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

MARCHIORI, P. Z; ADAMI, A.; CRISTOFOLI, F. Fatores motivacionais da comunidade científica para publicação e divulgação de sua produção em revistas científicas. **Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias**, v. 14, 2006.

MORADILLO, E. F.; CONCEICAO MOKI, M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 332-336, 2004.

PEREIRA, A. B. **Aprendendo ecologia através da educação ambiental**. Sagra-DC Luzzatto, Porto Alegre, 1993.

PEREIRA, E. M. A. **Professor como Pesquisador: o enfoque da pesquisa-ação na prática docente.** In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M A. (orgs). Cartografias do trabalho docente: professor(a) - pesquisador(a). Campinas, SP: Mercado das Letras, 1998.

PIMENTA, S. G. O estágio na formação de professores: unidade entre teoria e prática. **Cadernos de pesquisa**, n. 94, p. 58-73, 2013.

PRADA, E. A. **Metodologias de pesquisa-formação de professores nas dissertações, teses:** 1999-2008**.** In: IX ANPED SUL. SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DO SUL. 2012.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico:** Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

SAVIANI, D. A. **Educação:** do Censo Comum à Consciência Filosófica. 12 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1996.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar.** In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇAO**,** IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: “Infancia e Praticas Educativas”. Maringá, PR, 2007.

STÜRMER, A. B.; TREVISOL, J. V.; BOTTON, E. A. Aquecimento global: percepções dos estudantes do ensino médio. **Unoesc & Ciência-ACHS**, v. 1, n. 1, p. 21-28, 2010.

TAMAIO, I. **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.

TEIXEIRA, L. C. R. S.; OLIVEIRA, A. M. A relação teoria-prática na formação do educador e seu significado para a prática pedagógica do professor de biologia. **Ensaio: Pesquisa em educação em Ciências**, v. 7, p. 1-23, 2005.

CAPÍTULO 3 - USO DE ESPAÇOS NÃO-FORMAIS PARA O ENSINO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA AMAZÔNIA

3.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo utilizar espaços formais e não-formais que reflitam uma situação prática para o desenvolvimento dos conceitos básicos relacionados às MCGs. Considerando a diversidades de recursos naturais encontrados na região amazônica, com ambientes propícios à serem explorados para fins educacionais, foram selecionados alguns ambientes regionais amazônicos para demonstrar a importância desses ambientes frente às MCGs.

Rocha e Téran (2013), apontam em uma pesquisa realizada sobre a contribuição dos espaços não formais para o Ensino de Ciências, que além de mais motivados os estudantes demonstraram também que as visitas a esses espaços, enquanto estratégia para o Ensino de Ciências, possibilitam um ganho cognitivo sobre os conteúdos trabalhados.

Os autores destacam ainda, que os espaços formais como os espaços não formais ganham com a relação de parceria, a qual precisa ser ampliada entre eles: os primeiros encontram nos segundos recursos relevantes para o Ensino de Ciências, para isso os professores precisam utilizar estratégias que considerem a preparação, execução e encerramento da visita; e os segundos encontram nos primeiros uma oportunidade para ampliar seu público e os professores possam colaborar para a criação de uma cultura de visitação dos espaços não-formais como um elemento importante para ampliar a cultura científica.

Diante isso, os espaços não formais visitados, 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 ambiente terrestre, bem como no ciclo da H_2O. Aliar essas características dos ENFs às discussões contextualizadas em sala de aula (Espaço formal), buscando a compreensão a respeito das relações complexas que envolvem o tema, relacionando-o à importância da preservação e conservação da Amazônia. Auxiliando ainda numa reflexão sobre os problemas ambientais.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.2.1 Elementos da floresta como estratégia didática para o ensino de mudanças climáticas globais

A Floresta Amazônica é a maior floresta tropical do mundo e ocupa uma região de aproximadamente 6,7 milhões de km^2. Mais da metade (60%) da Floresta Amazônica o que abrange uma área de 4,1 milhões de km^2 se encontra em território brasileiro. Além do Brasil, a bacia hidrográfica do Amazonas compreende partes da Bolívia, Colômbia, Equador, Guianas, Peru, Suriname e Venezuela. O bioma Amazônia ocupa 49% do território nacional (IBGE, 2004). 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 bambus e de palmeiras. Essa imensa variedade de habitat se traduz numa enorme diversidade de flora e fauna encontrada na Amazônia (FERREIRA et al., 2010).

Durante os últimos anos, as florestas tropicais têm recebido atenção especial no que se refere ao potencial de contribuição quanto à redução do “efeito estufa”, já que têm capacidade de armazenar carbono durante o processo natural de produção de biomassa. A remoção massiva da floresta tem ocasionado alterações na paisagem com implicações ambientais graves, com consequências negativas ao regime hidrológico, clima e biodiversidade. O mais grave é que essa remoção tem influência da ação humana, originando aumento na concentração do CO_2 (e outros gases do efeito estufa na atmosfera) aumentando a temperatura da Terra num processo conhecido como aquecimento global.

A conversão desse ecossistema natural em áreas agrícolas, também se constitui um processo de degradação do solo, embora em menor intensidade, havendo nesse processo, aumento da temperatura do solo e da taxa de mineralização da matéria orgânica além das mudanças do teor de água na zona radicular (UPADHYAY et al., 2005). A degradação do solo é causada principalmente por várias ações antrópicos, tais como mineração, atividades agropecuárias e obras de engenharia. O potencial dos ecossistemas terrestres em estocar carbono deve ser enfatizado (LAL, 2003; JUWARKAR et al., 2010), sobretudo o sistema solo-planta-

atmosfera (CARVALHO et al., 2010). O sequestro de C pelo solo permite a formação de um novo estado de equilíbrio, e é determinado por: (a) microclima, (b) propriedades físico químicas, (c) propriedades biológicas, (d) uso do solo e (e) práticas de manejo predominantes. Esse novo equilíbrio pode ser similar, menor ou maior que o equilíbrio pré-distúrbio (SU et al., 2010).

As emissões de CO_2 causadas pelas mudanças no uso do solo compreendem a depleção do C estocado no solo, principalmente pela mineralização do carbono orgânico do solo (COS), e na biosfera, associada à decomposição da vegetação ou queima biomassa (LAL, 2004). Caracteriza-se, principalmente, pela depleção no conteúdo de carbono orgânico e pela remoção parcial ou total da biomassa vegetal, que causa agravamento do efeito estufa devido à liberação de GEE para a atmosfera (CERRI et al., 2007). Mudanças no uso do solo provocam emissões estimadas em 1,6 Pg C ano^{-1}, desconsiderando os processos erosivos (LAL, 2008).

No mesmo sentido, a queima de combustíveis fósseis associado ao crescimento populacional vem contribuindo para as mudanças do clima no planeta (JUWARKAR et al., 2010), colocando em risco a biodiversidade e a própria humanidade. É geralmente aceito, que o aumento gradual da temperatura média da superfície da Terra, deve-se principalmente ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa (GEE), principalmente CO_2, CH_4 e óxido nitroso (N_2O) na atmosfera (ROECKNER et al. 2011).

Nesse contexto, a Amazônia através dos diferentes tipos de ecossistemas: floresta de terra firme, floresta de várzea, savanas, florestas de montanha, campinas, campinaranas, pântanos, florestas de bambus e de palmeiras podem contribuir de diferentes formas para a intensificação e/ou mitigação das MCGs. Atualmente, algumas pesquisas revelam que alterações nesses habitats como desmatamento, queimadas, exploração de madeira da floresta amazônica podem agravar as MCGs, acelerando o aquecimento global, alterando os ciclos da água e do carbono, enfim, desequilibrando o meio ambiente.

Com as MCGs em curso, convêm aos pesquisadores, professores, alunos e educadores, um olhar atento sobre os efeitos e vulnerabilidades a que todos estamos expostos, entendendo os desafios no sentido de contribuir para diminuir a crise ambiental que vem acelerando os efeitos dessas mudanças. O ambiente amazônico,

rico em diversidades de recursos naturais, proporciona um laboratório com inúmeras alternativas para a elaboração de estratégias didáticas para o Ensino sobre MCGs.

3.2.2 Espaços não formais como estratégias de ensino de ciências na Amazônia para o desenvolvimento dos conceitos sobre MCGs.

Alguns autores (ROCHA; TÉRAN, 2014), afirmam que as aulas desenvolvidas em espaços não formais (ENFs) de ensino, podem ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, proporcionando ganhos significativos, portanto, é necessário que o aluno em formação, que será futuro propagador do conhecimento, perceba a necessidade de ir além dos manuais propriamente ditos, os ambientes naturais amazônicos proporcionam uma alternativa regional para a abordagem dos conhecimentos das MCGs.

Para Pivelli (2006), a estrutura que caracteriza a educação não-formal, não indica que não exista uma formalidade e que seu espaço não seja educacional, ambas as condições estão presentes, porém de uma maneira diversa da escola. A educação não formal pode preencher as lacunas deixadas pela educação escolar e é importante ressaltar que esta forma de educação sempre coexistiu com a educação formal.

Em seu trabalho Rocha e Terán (2010) verificam que a educação que acontece nos espaços não-formais, compartilha muitos saberes com a escola, muitos dos quais são construídos a partir das teorias elaboradas pelas ciências da Educação. As aulas realizadas nesses espaços, quando bem planejadas, possibilitam a aprendizagem e favorecem a memória de longa duração, contribuindo para a construção do conhecimento científico, em função das emoções e sensações que o espaço não-formal desperta nos estudantes durante essas aulas (FERNANDES, 2007).

Inúmeras alternativas para a elaboração de estratégias didáticas para o ensino sobre MCGs podem ser desenvolvidas em ENFs, pois é um tema atual e de grande relevância para o ensino nos mais diversificados níveis, como forma de elucidar e conscientizar os alunos sobre o papel dos ecossistemas amazônicos frente às essas mudanças. Uma estratégia didática pode ser definida como um conjunto de ações planejadas e conduzidas pelo professor a fim de promover o envolvimento e

comprometimento dos alunos com um conjunto maior de atividades. Nesse contexto, as estratégias didáticas devem possibilitar que o aluno se envolva nas atividades e se torne, de certa maneira, responsável por seu processo de aprendizagem (VILLANI e FREITAS, 2001).

3.3 METODOLOGIA

3.3.1 Pesquisa

A pesquisa foi delineada primeiramente por um levantamento bibliográfico para a contextualização e fundamentação teórica a respeito das MCGs como forma de verificar o melhor procedimento para a utilização do espaços não formais (ENFs) selecionado para o ensino sobre os conceitos que envolvem a temática central. Caracterizando-se numa pesquisa qualitativa.

O ENF foi utilizado com o propósito de aproximar o aluno ao ambiente natural, valorizando o potencial dos recursos amazônicos relacionando aos conhecimentos das MCGs. Esses novos enfoques, segundo Gohn (1999) e Colley et al (2002) têm permitido discussões em torno do processo ensino aprendizagem numa perspectiva voltada a atividades metodológicas em ambientes não-formais de aprendizagem. E, destacamos que a educação não-formal é aquela que proporciona a aprendizagem de conteúdos da escolarização formal em espaços cuja atividade seja desenvolvida de forma bem direcionada.

3.3.2 Sujeitos da Pesquisa

A população deste estudo foi constituída por alunos matriculados no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, com duas turmas do 8º período (19 alunos) e uma do 2º período (21 alunos), nas disciplinas de Ecologia Básica, Ecologia da Amazônia e Fisiologia Vegetal, totalizando uma amostragem de 40 alunos.

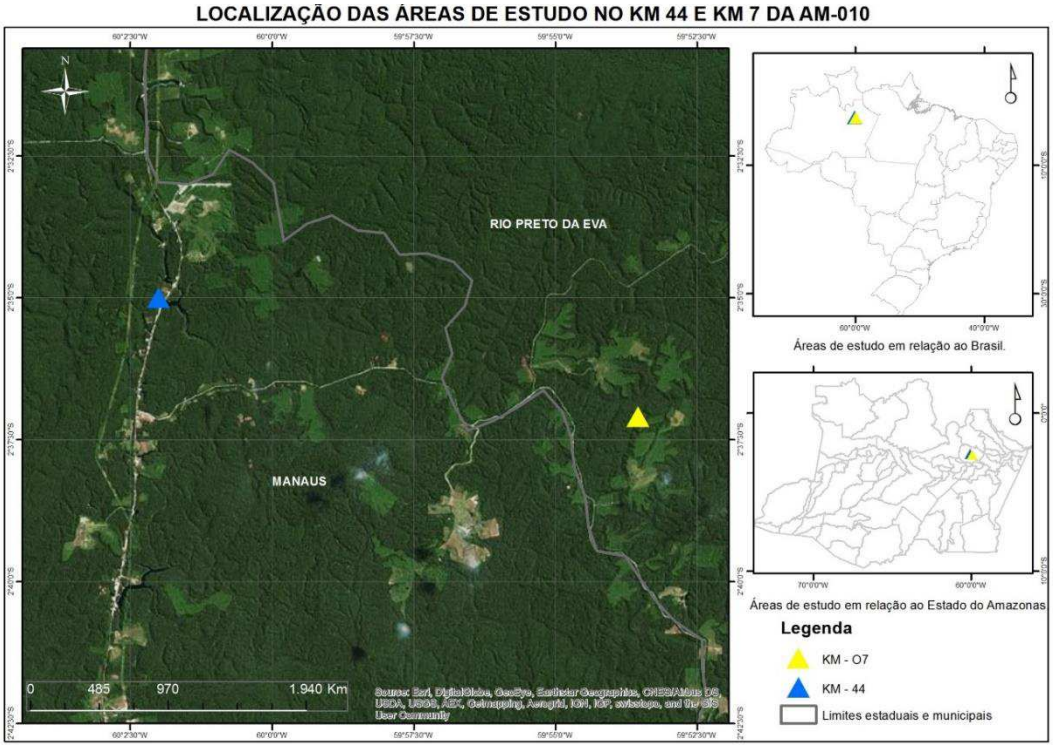
3.3.3 Diagnóstico

O diagnóstico consistiu em analisar o conhecimento prévio dos alunos sobre os conceitos em torno das MCGs, para verificar o que eles já sabiam e o que sentiam em relação as MCGs, sem a interferência do pesquisador. Foi utilizado um questionário semi-aberto pré-elaborado. O questionário, segundo Gil (2008, p.121), pode ser definido "[...] como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.". Os dados gerados a partir do diagnóstico são demonstrados no capítulo 2 desta dissertação.

3.3.4 Descrição dos espaços não formais

O presente estudo foi desenvolvido em três ambientes distintos: Área de Campina, Campinarana e Floresta primária. Os primeiros ambientes foram estudados na Reserva Biológica da Campina/Campinarana, pertencente ao INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), apresentando uma área de 900 ha, localizada no km 44 da Br-174 (02º35' S e 60º02' 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 (01º11'35" a 02°16'02" S e 59º17'24" a 60°25'12" W, que liga a BR-174 à Vila de Balbina (Figura 29). 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.

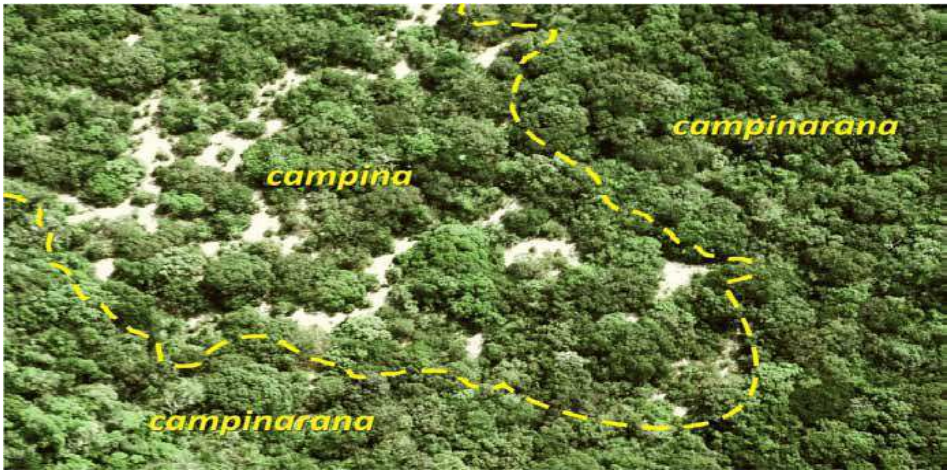
Figura 29 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Bastos, 2015.

A vegetação de campinarana (Figura 30) 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, 1985; MEDINA et al., 1990), com formação de húmus verdadeiro devido a grande produção de liteira. Já no caso da Campina, é caracterizada por apresentar pouca espécie de plantas do tipo arbórea, ocorrendo mais plantas do tipo arbustos da classe *Miconia* (Rubiaceae) e *Pagamea Duckei* (Melastomaceae), distribuídas de maneiraesparsas, bem como liquens (Richards, 1996), principalmente do gênero C*ladonial*. O solo apresenta-se desprotegido de material orgânico, sem formação de húmus.

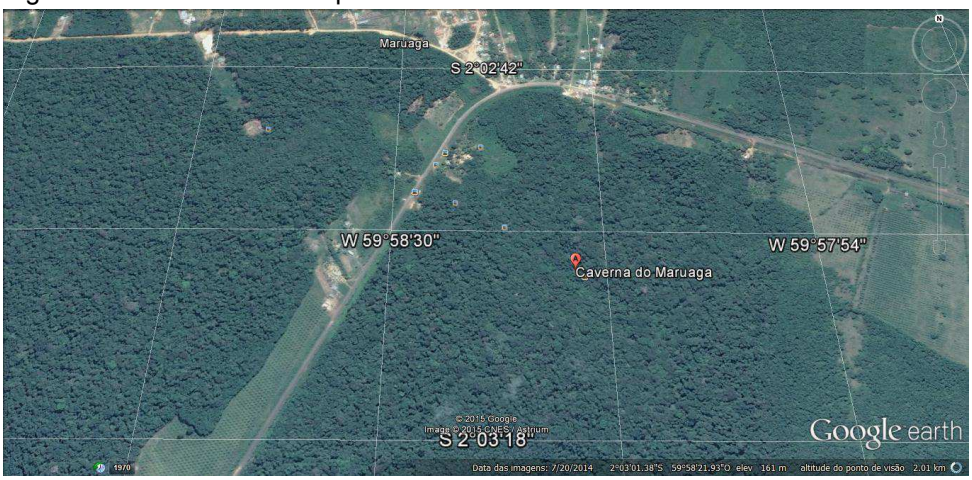
Figura 30 - Área da campina e campinarana.



Fonte: Ferreira et al., 2008.

Quanto a Floresta Primária (Figura 31), ela 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 MCG.

Figura 31 - Área de floresta primária.



Fonte: Google Earth, 2015.

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.

Os motivos para a escolha dessas áreas devem-se a 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 campinas/campinaranas, pela proximidade ao Município de Manaus, as invasões e extrações de recursos naturais são eminentes, além de ser constituída por solos predominantes arenosos, mas suscetíveis a exploração devido à dificuldade para a execução de planos de recuperação, caso sejam desmatados. Além disso, por serem ambientes característicos amazônicos proporcionam vários serviços ambientais que podem ser alterados caso as MCGs se intensifique.

3.3.5 Roteiro de Visita e desenvolvimento da atividade prática

Após análise do diagnóstico realizado aos alunos, foi elaborado um roteiro de visita norteador para a condução da atividade nos ENFs, contemplando os conceitos que envolvem as MCGs. O roteiro apresentava 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

apresentava questões abertas e fechadas, que os alunos utilizaram para acompanhar a atividade prática, respondendo-as e entregando na aula seguinte.

A atividade foi proposta para que pudéssemos trabalhar os conceitos verificados de uma forma prática, onde foi proposto os seguintes procedimentos a partir do roteiro de visita: observação, análise, registro escrito, fotográfico e diálogo a respeito dos elementos verificados: vegetação, solo, fauna, recursos hídricos e atmosfera, o que 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 das características e dos processos de recursos naturais disponíveis, sempre relacionando esses recursos aos conhecimentos das MCGs.

Portanto, neste ambiente natural, os alunos foram levados a refletir, sobre a importância da conservação e preservação dos mesmos, para a manutenção da vida, além de ressignificar conceitos a partir desta prática. A atividade contemplou ambientes de campina, campinarana e floresta primária. Os alunos realizaram desenhos, conforme suas percepções a respeito do ambiente visitado, relacionando o ambiente natural com os conhecimentos das MCGs, os quais foram entregues juntamente com o roteiro.

Os desenhos nos indicam como os alunos percebem o ambiente a partir dos conceitos desenvolvidos, o que de acordo com Tuan (1980), existem diversas maneiras de perceber as paisagens, de se construir a realidade através de experiências únicas. Ao entrar em contato com o ambiente natural, as pessoas fazem uso dos sentidos em um processo associado com os mecanismos cognitivos, ou seja, cada indivíduo percebe, reage e responde diferentemente frente às ações do meio. As respostas ou manifestações são, portanto, resultados das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo.

3.3.6 Verificação da Aprendizagem

Realizou-se uma socialização com os alunos em sala de aula sobre os conceitos básicos relacionados às MCGs e ecossistemas amazônicos, verificando-se os conteúdos abordados nos ENFs. Compararam-se os conceitos prévios construídos

a partir da literatura e os construídos nos ENFs, analisando as respostas a partir do roteiro de visita.

Para este procedimento foi elaborado um plano de aula, no qual está descrito os conhecimentos abordados no decorrer do estudo, os temas propostos foram desenvolvidos com o auxílio do power point, permitindo que houvesse uma discussão sobre os conceitos apresentados, no decorrer da verificação foi realizado uma atividade escrita e ao final um relato da experiência vivenciada nos ENFs, os relatos foram gravados com a autorização dos alunos para as devidas análises.

Os desenhos realizados, também foram considerados como instrumentos para a verificação da aprendizagem. Dessa forma, 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). Portanto, uma das funções dos mapas mentais, como mapas reais, os mapas mentais são meios de estruturar e armazenar conhecimento (TUAN, 1983).

3.4 RESULTADOS

3.4.1 Atividade prática e os ENFs

A atividade com os alunos, permitiu que pudéssemos discorrer sobre vários conceitos que envolvem MCGs de uma forma prática, 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.

A Campina (Figura 32) 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 32 - ENF utilizado para a atividade prática, área de Campina, Amazonas.



Fonte: Freitas, 2014.

A campinarana 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 (Figura 33 A, B), com a presença de emaranhados de raízes na superfície do solo (Figura 34) e presença de húmus verdadeiro (Figura 35).

Figura 33 - Componentes da Campinarana. Liteira na superfície do solo.



Fonte: Marques, 2015.

Figura 34 - Componentes da Campinarana: Raízes da superfície de solo.



Fonte: Freitas, 2014.

Figura 35 - Componentes: humus.



Fonte: Silva, 2014.

Posteriormente, os alunos foram conduzidos à Floresta Primária (Figura 36), 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 características nas Florestas Primárias da Amazônia.

Figura 36 - ENF representado pela Floresta Primária.



Fonte: Silva, 2014.

Em todos os ENFs utilizados, 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. Demonstraram-se conceitos essenciais dos processos que regem esse tema tais como: respiração, fotossíntese, transpiração e evapotranspiração. Além disso, observaram as formas que o carbono pode ser encontrado no ambiente (COT = carbono orgânico total; COD = carbono orgânico dissolvido e COP = carbono orgânico particulado), bem como os caminhos que água percorre a partir do momento que chega na copa das árvores. Indicou-se a umidade existente na biomassa viva, morta e nas camadas superficiais do solo.

Os alunos percebem 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; CAMPOS, 2009).

Quanto aos ENFs com solos arenosos (Campina e Campinara), enfatizou-se a 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 e estoque de carbono no solo devido à ação da argila, apresenta um maior potencial de estoque de carbono no solo (MARQUES et al., 2015).

Quanto à interferência desses ambientes no ciclo hidrológico, destacou-se o papel desses ENFs através do acúmulo de água na biomassa viva e morta, bem como o armazenamento desse recurso em camadas profundas do solo (floresta primária), que através 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 (LUIZÃO, 2007).

Os alunos perceberam como o desmatamento 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 fora – 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).

Nessa perspectiva, a melhor forma de contribuir para evitar que as MCGs avancem é desenvolver trabalhos como esse, que demonstra de forma prática, 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) deve ser valorizada, sobretudo, no sistema solo-planta-atmosfera (BILGEN et al., 2007).

3.4.2 Verificação da Aprendizagem

Ao analisar as respostas dos alunos obtidas a partir do roteiro de visita utilizado, observou-se que os mesmos apontaram a importância dos ENFs visitados para a manutenção e equilíbrio do clima regional e local, demonstrando um resultado satisfatório quanto aos conceitos ensinados nos ENFs, bem como compreendendo a importância da preservação dos ambientes, como destacado em algumas respostas contidas a seguir no Quadro 12.

Quadro 12 - Respostas dos alunos quanto à importância da preservação dos ambientes naturais.

Alunos do 8° período (Fisiologia e Ecologia da Amazônia)	Respostas dos alunos
A1	O espaço serviu para mostrar a condição do clima natural da Amazônia.
A2	Tem como objetivo mostrar a importância da vegetação no controle do clima.
A3	O ambiente bem preservado pode fazer com que a relação fauna, flora e clima funcionem corretamente.
A4	Sem esse ambiente for preservado acredito que as mudanças climáticas globais mudariam, ficariam mais quentes.
A5	Os ambientes estão diretamente envolvidos no equilíbrio dos ciclos hidrológico e dos nutrientes.
A6	Se a floresta for desmatada ela pode contribuir para as mudanças climáticas globais.
A7	Interferências nesses ambientes pode significar contribuições positivas e negativas.
A8	A preservação da floresta contribui para que o solo continue sendo fonte de recursos para a sua sobrevivência.
A9	As florestas contribuem para a captação do CO_2, estabilizando as concentrações dos gases do efeito estufa.
A10	As florestas minimizam as mudanças ocorridas no clima, favorecem o regime de chuvas.
A11	Quando a floresta é derrubada ou queimada pela ação do homem pode acarretar consequências inversas.

Fonte: Atividade em sala de aula IFAM, 2014.

Na atividade em sala de aula os alunos apontaram ainda os serviços ambientais (Quadro 13) que a floresta oferece, os quais puderam perceber durante a atividade prática.

Quadro 13 - Serviços ambientais oferecidos pela floresta destacados pelos alunos.

Alunos do 8° período (Fisiologia e Ecologia da Amazônia)	Serviços ambientais oferecido pela floresta (Resposta dos alunos)
A1	Armazenar CO_2, Conservar a biodiversidade.
A2	Reciclagem e conservação de nutrientes do solo, manutenção do clima.
A3	Evapotranspiração: Contribui para manutenção da umidade do ar, além de "levar a chuva para diversas regiões".
A4	Habitat de diversas espécies. Importantíssima para os povos tradicionais e equilíbrio ambiental.
A5	Manutenção da temperatura do ambiente, ciclagem de nutrientes necessários à floresta.
A6	Produção de oxigênio, sombreamento, manutenção do clima do ciclo hídrico e dos nutrientes.
A7	Proteção do solo contra erosão, ciclagem de nutrientes e evapotranspiração.
A8	Ciclagem de nutrientes e fotossíntese.
A9	Ciclagem de nutrientes, equilíbrio ecológico, manutenção dos ciclos biogeoquímicos.
A10	Evapotranspiração, fotossíntese e ciclagem de nutrientes
A11	Manutenção do ciclo hidrológico, alimento e evapotranspiração.

Fonte: Atividade em sala de aula IFAM, 2014.

Os serviços ambientais citados pelos alunos do curso de LCB do IFAM, correspondem com os relacionados pela literatura como podemos perceber no trecho descrito a seguir:

> As árvores mantêm uma série de interações ecológicas com os demais componentes do ecossistema florestal, as quais resultam em serviços ambientais que podem também ser obtidos quando inserimos o componente arbóreo em um agroecossistema convencional. É o caso, por exemplo, dos sistemas agroflorestais, onde a introdução de árvores em áreas de cultivos tradicionais resulta tanto em benefícios econômicos diretos ($) quanto em benefícios indiretos, representados pelos serviços ambientais, como fixação de carbono, ciclagem de nutrientes, abrigo para inimigos naturais de pragas e doenças, sombra para as criações animais, entre outros (FLORESTAS, 2010, p. 02).

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 que.

Os desenhos realizados foram tratados a partir do conceito de mapas mentais. O mapa no seu sentido mais amplo, exerce a função de tornar visíveis, pensamentos,

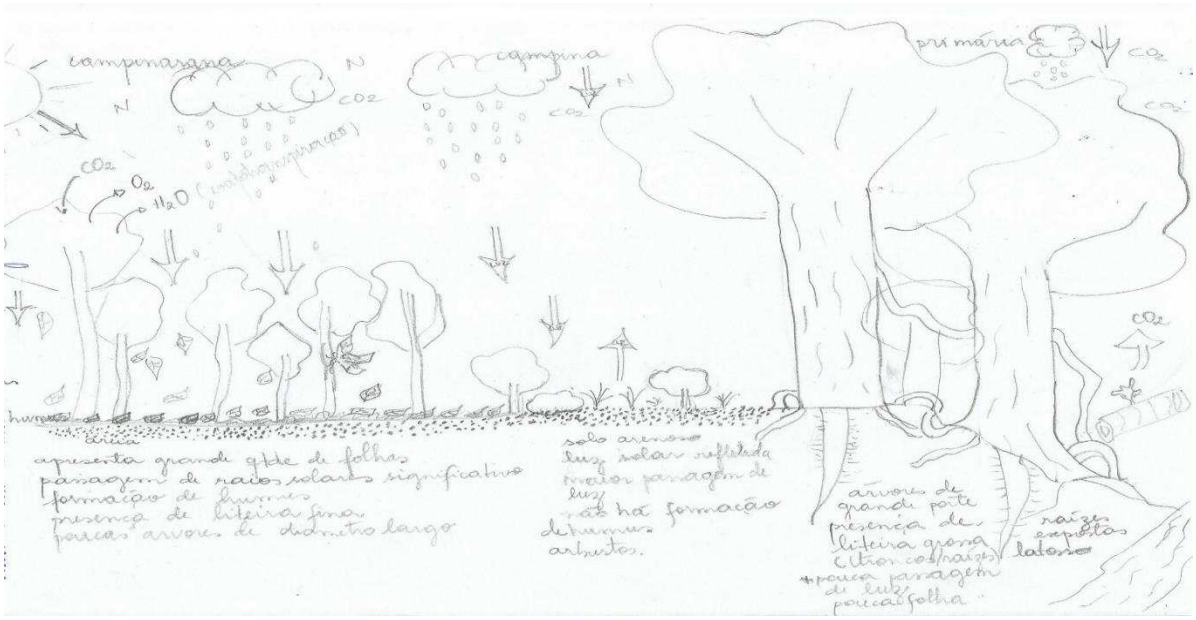
atitudes, sentimentos, tanto sobre a realidade percebida, quanto sobre o mundo da imaginação. São chamados de mapas mentais, por realizar representações espaciais, oriundas da mente humana, que precisam ser lidas como mapeamentos (= processos) e não como meros produtos estáticos (COSGROVE, 1998, apud SEEMANN, 2003).

Os mapas destacados a seguir, representam 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 (MELAZO, 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 observado na Figura 37, o aluno retrata a importância da vegetação destacando os diferentes ambientes para a manutenção do ciclo hidrológico. Então o aluno também entendeu a importância no ciclo hidrológico para a vida dos seres humanos e como a Amazônia influencia diretamente esse ciclo.

Figura 37 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.

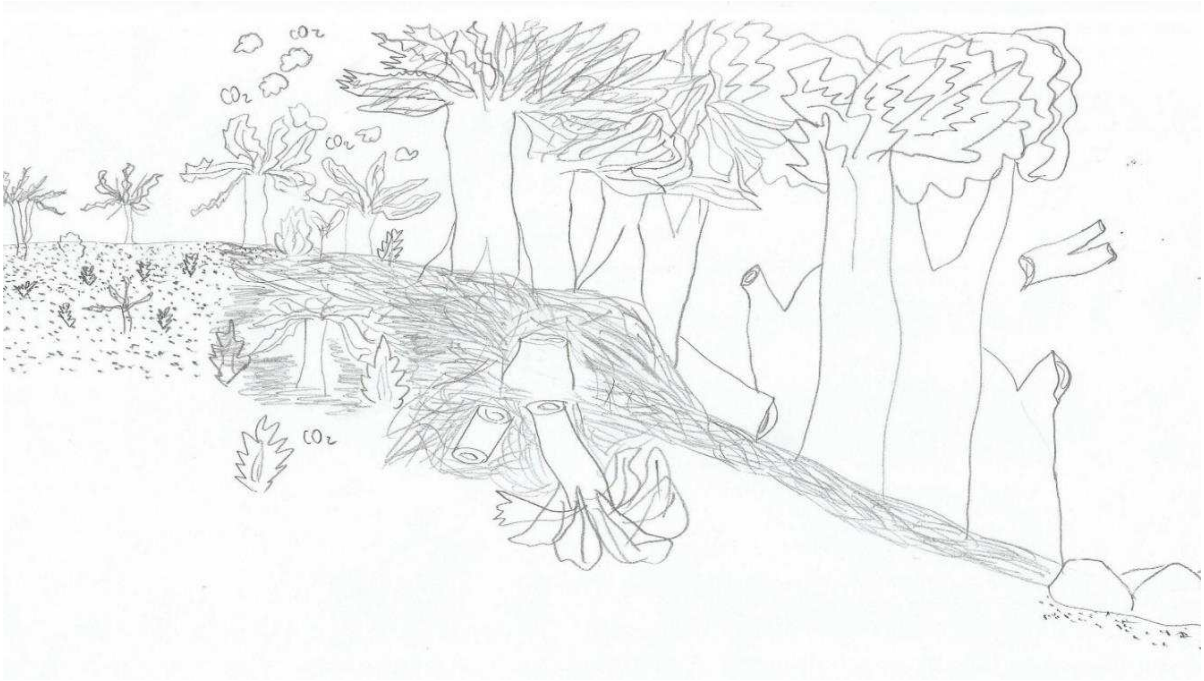


Fonte: Desenho do Aluno (A1) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Para a educação ambiental, na atividade prática, 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”.

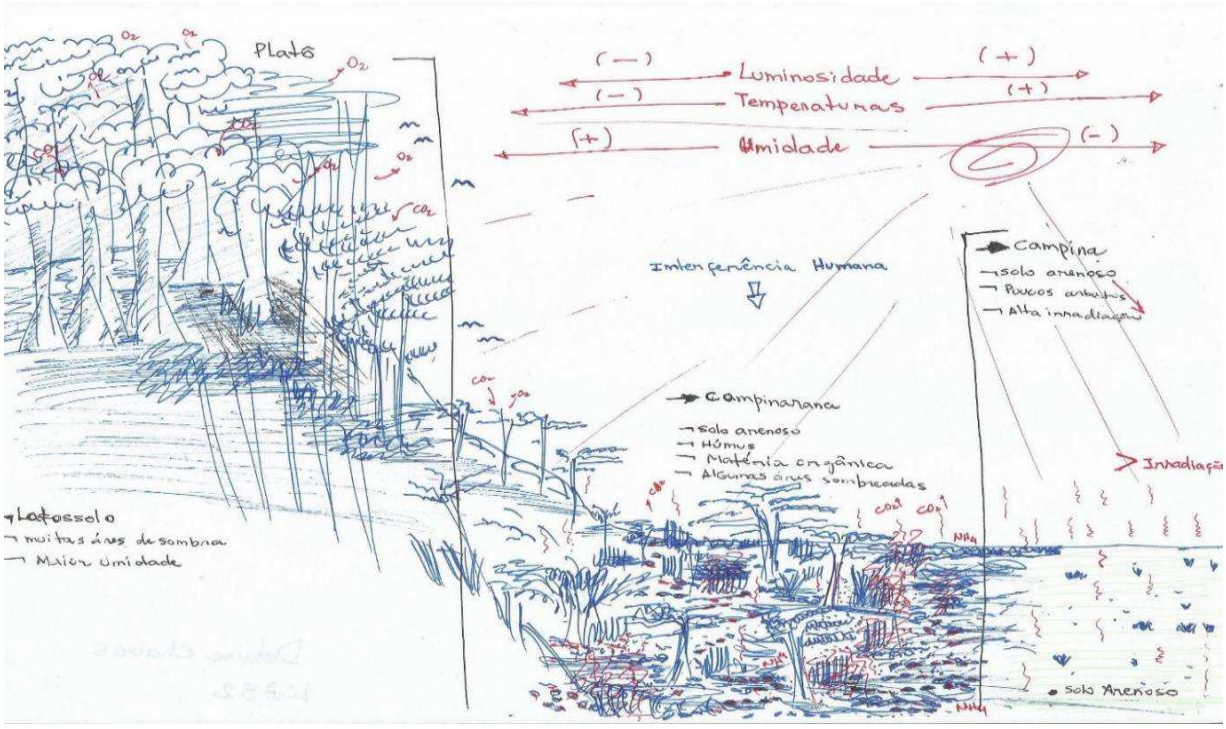
As Figuras (38, 39, 40 e 41) apresentam os três ambientes visitados, bem caracterizados, porém, os alunos chamaram a atenção para as possíveis interferências do homem, ocasionando impactos nestes ambientes (queimadas e derrubadas) indicando fatores que podem agravar as MCGs caso não sejam contidos.

Figura 38 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.



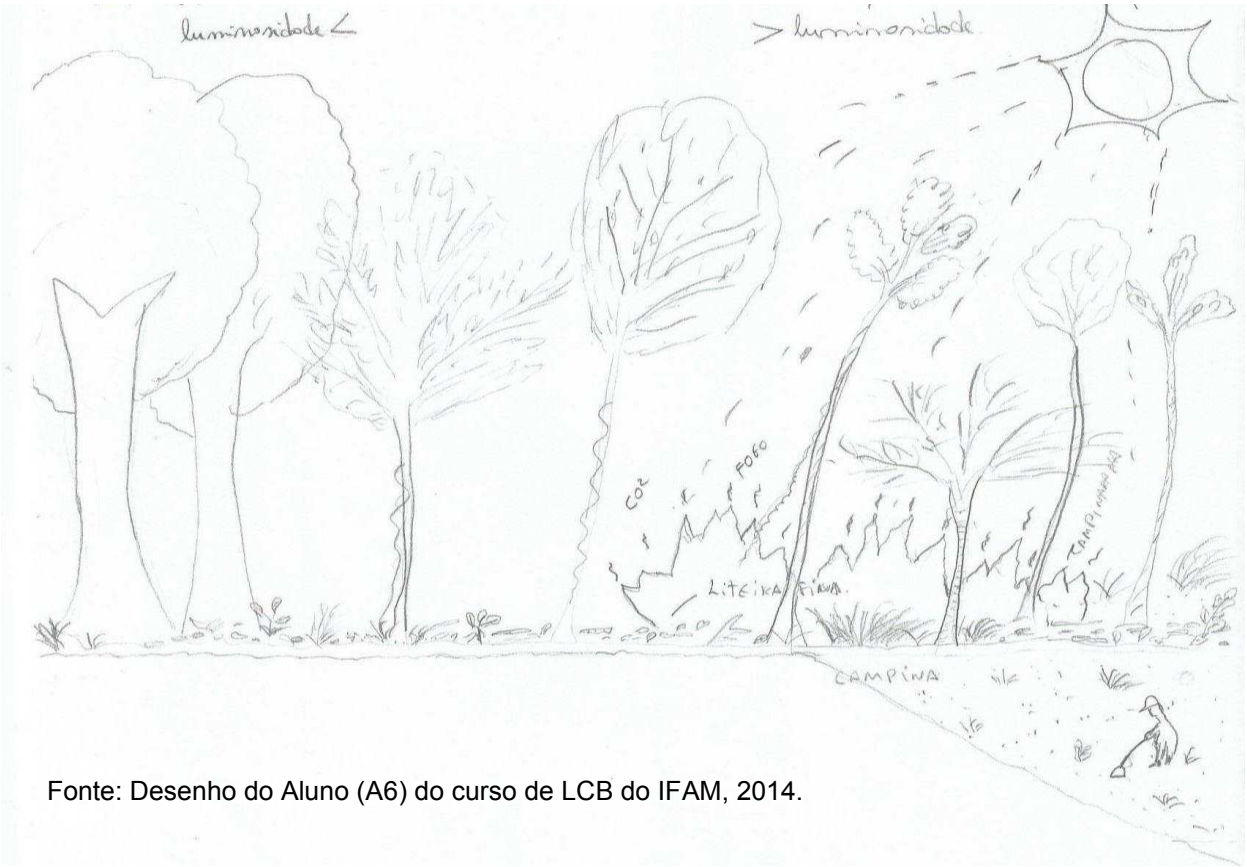
Fonte: Desenho do Aluno (A4) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 39 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.



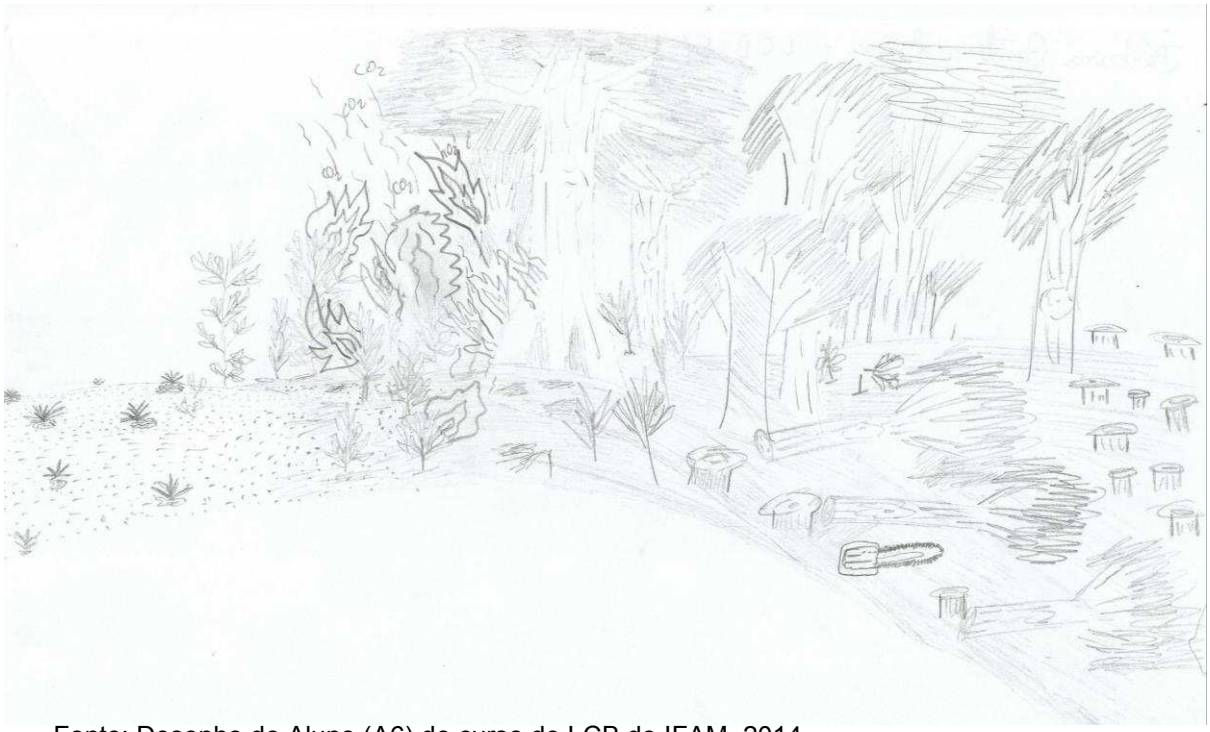
Fonte: Desenho do Aluno (A8) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 40 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.



Fonte: Desenho do Aluno (A6) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 41 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.



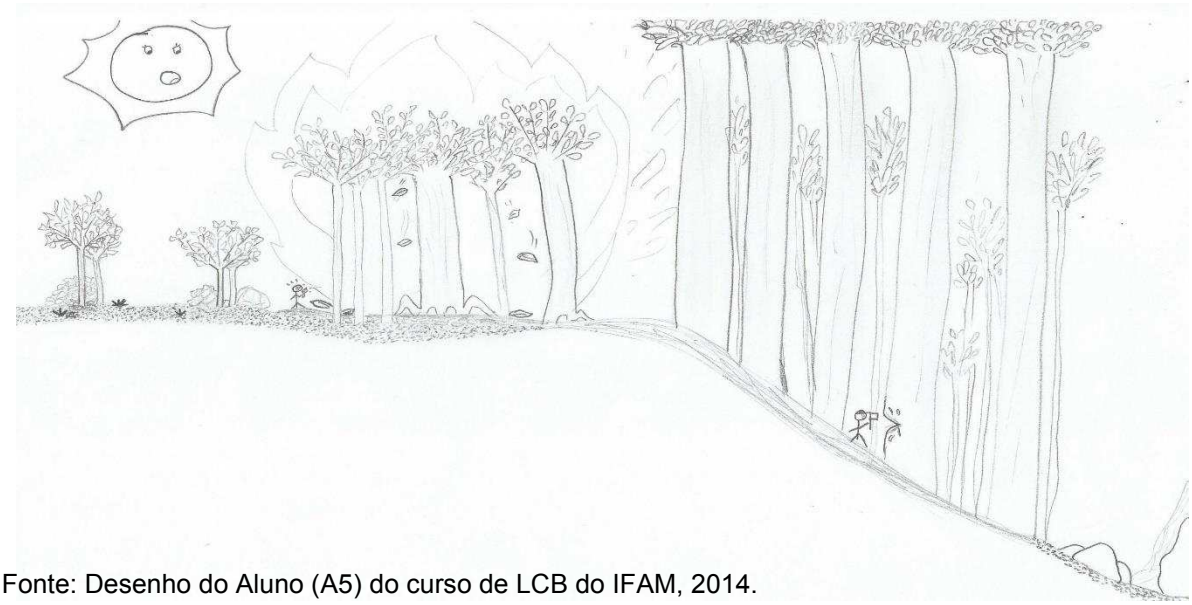
Fonte: Desenho do Aluno (A6) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Como retratado pelos alunos, alguns autores apontam as interferências negativas do homem no meio ambiente, tais como descrita pelo PBMC (2012, p. 80):

> 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 42, 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.

Figura 42 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.

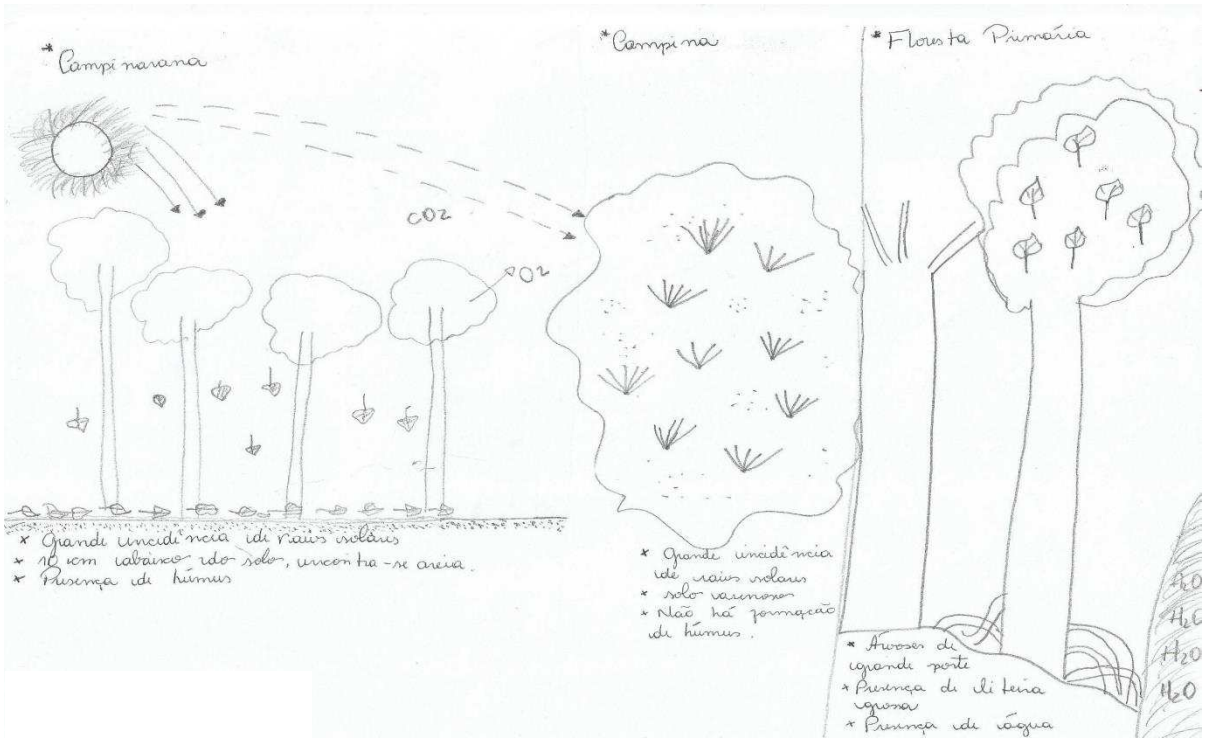


Fonte: Desenho do Aluno (A5) do curso de LCB do IFAM, 2014.

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), Castilho (2004). 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).

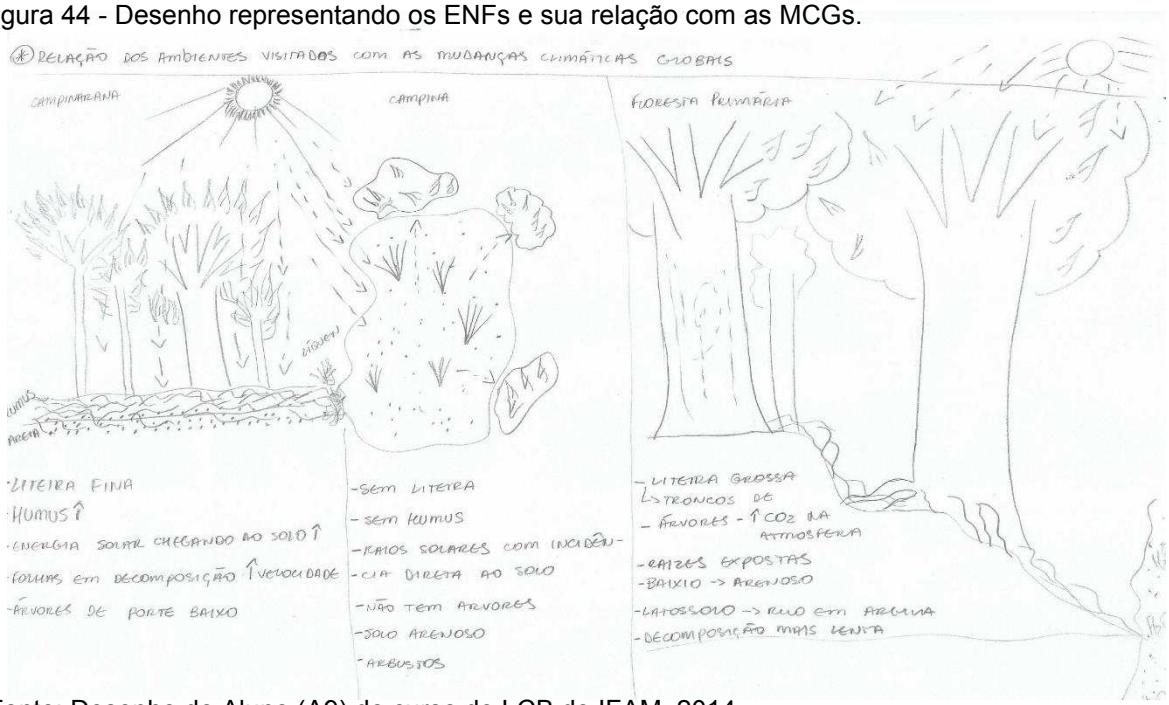
As representações a seguir (Figuras 43 e 44), refletem as características dos ENFs visitados para o ensino das MCGs, nos quais os alunos tiveram o cuidado de descrever os componentes existentes em cada ambiente, destacando a floresta como um reservatório de carbono, pois acumula carbono na biomassa viva 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. A análise de todas as representações nos sugere que o exercício foi de suma importância para a fixação dos conceitos desenvolvidos nos ENFs.

Figura 43 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.



Fonte: Desenho do Aluno (A9) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Figura 44 - Desenho representando os ENFs e sua relação com as MCGs.



Fonte: Desenho do Aluno (A9) do curso de LCB do IFAM, 2014.

Durante a atividade da sala de aula, no retorno dos ENFs de ensino, foi solicitado aos alunos para que descrevessem sobre, quais alternativas eles acreditam que auxiliariam para conter as MCGs. As alternativas citadas foram descritas a seguir (Quadro 14):

Quadro 14 - Alternativas para conter as MCGs segundo os alunos de LCB do IFAM.

Alunos do 8° período (Fisiologia e Ecologia da Amazônia)	**Alternativas para conter as MCGs (Resposta dos alunos)**
A1	Políticas de redução de emissão de CO_2 para a atmosfera; Políticas e punições para as práticas de desmatamento ou depreciação dos recursos naturais; Modos de educar a sociedade e fazê-la se conscientizar acerca da preservação do meio ambiente.
A2	Principalmente evitar o desmatamento e a queima das florestas e de combustíveis fósseis.
A3	Desenvolvimento sustentável; Reflorestamento; Conscientização e ação dos países desenvolvidos e suas grandes indústrias.
A4	Diminuir o consumo de combustíveis fósseis, as queimadas e desmatamentos.
A5	Diminuição das queimadas, assim como da exploração de madeira e das pastagens em áreas de florestas.
A6	Reduzir o desmatamento ilegal; Evitar as queimadas florestais; Preservar a natureza; Utilização de energias limpas e Unidades de Conservação.
A7	Evitar o desmatamento; Diminuir o consumo de combustíveis fósseis.
A8	Reflorestamento e diminuição das queimadas.
A9	Redução de queimadas e desmatamentos; utilização de Sistemas Agroflorestais; Redução da atividade agropecuária.
A10	Linguagem simples, para a compreensão dos fenômenos.
A11	Desenvolvimento sustentável; Fiscalização de desmatamentos e queimadas

Fonte: Atividade em sala de aula IFAM, 2014.

Finalizar a atividade fazendo com que os alunos percebessem a problemática em torno das questões ambientais que surgem a partir das MCGs, foi de suma importância para que eles conseguissem refletir 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 percebem a necessidade de políticas públicas e consciência ambiental como um caminho para contermos as MCGs ou no mínimo minimizarmos seus impactos.

Quanto à atividade prática, o feedback dos alunos foi muito positivo, a partir dos relatos de suas experiências vivenciadas durante a atividade nos ENFs, percebeu-se que a atividade realizada os proporcionou momentos de aprendizagens

significativas. Pois, com a prática puderam ressignificar conceitos verificados em sala de aula, além de melhorar a compreensão em torno dos conhecimentos abordados, segundo os relatos, a aproximação com o objeto de estudo permite a fixação dos conceitos mais complexos.

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 como ENFs de ensino para explorar suas características em função de uma aprendizagem científica e duradoura.

3.4.3 Roteiro didático sobre MCGs em ENFs

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.

Roteiro para o Professor

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.
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 por meio 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 ENF 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).
10. Explicar o ciclo da água destacando os elementos essenciais que estão presentes no ENF 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.

Roteiro de visita para o aluno

Objetivo Pretendido

- Orientar os pontos a serem observados e desenvolvidos pelos alunos;
- 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?

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. Ressignifique 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 da 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 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos fundamentais sobre MCGs podem ser abordados de forma prática e eficaz a partir da utilização de diferentes ecossistemas amazônicos, pois representam ENFs com grande potencial para viabilizar o processo de ensino e aprendizagem sobre os principais conceitos que envolvem essa temática.

As atividades nos ENFs e da sala de aula contribuíram para a ampliação dos conhecimentos relacionados às MCGs, favorecendo ainda uma reflexão sobre a importância da manutenção desses ambientes naturais e a necessidade de políticas públicas e consciência ambiental como um caminho para minimizarmos os impactos gerados pelas MCGs.

A atividade com os mapas mentais apontou o modo como os alunos percebem o ambiente, o que de certa forma reflete o quanto compreenderam dos conceitos abordados, e o que foi proporcionado durante a experiência vivenciada nos ENFs de ensino.

A busca de alternativas metodológicas de ensino utilizando os ENFs permite despertar nos alunos a consciência ambiental quanto à preservação e uso sustentável dos ecossistemas amazônicos devido ao potencial que apresentam para armazenar carbono e contribuição no ciclo hidrológico.

Roteiros didáticos para o ensino sobre MCGs são essenciais para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem satisfatório, de forma a promover uma educação cientifica efetiva contextualizada com a realidade regional e global.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. P.; TERÁN, A. F. Aprendizagem Significativa e Seu Uso em Espaços Não-Formais. In: SECAM - SIMPÓSIO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO AMAZONAS, 1. 2011. Universidade do Estado do Amazonas. **Anais eletrônicos…** Amazonas, 2011. Disponível em: <http://secam-uea.webnode.com/products/secam-2011/>. Acesso em: 12 jul. 2014.

ANDERSON, A. B. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. **Biotropica**, p. 199-210, 1981.

ANDERSON, A. B.; PRANCE, Ghillean Tolmie; DE ALBUQUERQUE, Byron WP. Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas, 3: A vegetação lenhosa da Campina da Reserva Biologica INPA-SUFRAMA (Manaus-Caracai, Km 62)[Brasil; Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Superintendencia da Zona Franca de Manaus]. **Acta Amazônica**, 1975.

ARAÚJO, J. N.; SILVA, C. C.; TERÁN, A. F. A floresta Amazônica: Um espaço não formal em potencial para o ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3. 2011. Campinas. **Anais...** Campinas**,** 2011.

ARTAXO, P.; DIAS, M. A. F. da S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F. J.; CUNHA, H. B.; QUESADA, C. A. N.; MARENGO, J. A.; KRUSCHE, A. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica**. Ciência e Cultura**, 66:41-46, 2014.

BILGEN, 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. Orquídeas 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. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental. **– Brasília: MEC /SEF**, 1998. 138 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental**.** Parâmetros Curriculares Nacionais para Geografia 3º e 4º ciclos (5ª a 8ª séries). **Brasília: MEC**, 1998.156p.

CARVALHO, J. L. N. et al. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 277-290, 2010.

CASTILHO, C. **Variação espacial e temporal da biomassa arbórea viva em 64 km2 de floresta de terra-firme na Amazônia Central. 2004. 87p**. 2006. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ecologia) Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus-AM.

CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C. Tropical agriculture and global warming: Impacts and mitigation options. **Scientia Agricola**, 64:83-99, 2007.

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

COLLEY, H.; HODKINSON, P.; MALCOLM, J. **Non-formal learning**: mapping the conceptual terrain. A Consultation Report, Leeds: University of Leeds Lifelong Learning Institute. 2002.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de ciência do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

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

FERNANDES, J. A. B. **Você vê essa adaptação? A aula de campo em ciências entre o retórico e o empírico**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FERREIRA, M.; BARROSO, M.; VALDUJO, P.; COSTA, G. **A Biodiversidade da Amazônia e o ARPA.** In ARPA - Biodiversidade. Programa Área Protegidas da Amazônia (ARPA): Ministério do Meio Ambiente, 2010.

FLORESTAS, Embrapa. **As florestas e os serviços ambientais**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOHN, M G. **Educação não-formal e cultura política: impactos sobre o associativismo do terceiro setor.** São Paulo: Cortez, 1999.

GOHN, M G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Rio de Janeiro: Revista Ensaio-Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 14, n. 50, p. 11-25, 2006.

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

IALEI – International Alliance of Leading Education Institutes. **Climate Change and Sustainable Development:** The Response from Education: a crossnational report from International Alliance of Leading Education Institutes. Denmark: IALEI, dec. 2009.

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

JACOBI, P. R. (coord); SILVA, L. F.; SULAIMAN, S. N.; NEPOMUCENO, T. C.; RATINHO, L. M. **Education and Climage Change in Brazil** – Report for the IALEI Project – Climate change and sustainable development: The response from Education in Brazil, 2009. Disponível em: <http://educationforsustainabledevelopment.com/blog/>. Acesso em: 22 ago 2014.

JACOBUCCI, D. F. C. 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, A. 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, F.; CASTRO, A. The palm community in a forest of Central Amazonia**, Brazil. Biotropica**, v.17, n.3, p. 210-216. 1985.

KLINGE, H.; RODRIGUES. W. A. Biomass estimation in a central Amazonian rain-forest. **Acta Cientifica Venezolana**, v. 24, n. 6, p. 225-237, 1973.

KOZEL, T. S. - **Das imagens às linguagens do geográfico: Curitiba, a "capital ecológica"**. São Paulo, 2001. Tese de Doutorado-Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo.

LAL, R. **Carbon sequestration**. Philosophical Transactions of the Royal Society, B, v.363, p.815-830, 2008.

LAL, R. Offsetting global CO^2 emissions by restoration of degraded soils and intensification of world agriculture and forestry. **Land Degradation & Development**, v. 14, n. 3, p. 309-322, 2003.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.

LUIZÃO, F. J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Ciência e cultura**, v. 59, n. 3, p. 31-36, 2007.

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.

MEDINA, E.; GARCIA, V.; CUEVAS, E. 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, G. C. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, 2009.

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.

PINHEIRO, T. F. 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.

PIVELLI, S. R. P. **Análise do potencial pedagógico de espaços não-formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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

PRAXEDES, G. C. **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. et al. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge University Press. 2 ed. 1996. 575 p.

ROCHA, S. C. B. da; TÉRAN, A. F. **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.

ROCHA, S. C. B.; TERÁN, A. F. O uso de espaços não-formais como estratégia para o ensino de ciências. **Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA**, 2010.

RODRIGUES, A.; MARTINS, I. 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.

ROECKNER, E. et al. Historical and future anthropogenic emission pathways derived from coupled climate–carbon cycle simulations. **Climatic Change**, v. 105, n. 1-2, p. 91-108, 2011.

SEEMANN, J. Mapas e percepção ambiental: do mental ao material e vice-versa. **OLAM–Ciência & Tecnologia.** Rio Claro, v. 3, n. 1, p. 200-223, 2003.

STRANZ, A. et al. Projeto Universidade solidária–transmitindo experiências em Educação Ambiental. SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 1; SIMPÓSIO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2 E SEMANA ALTO URUGUAI DE MEIO AMBIENTE, 19. 2002. **Anais...**Ed. EdiFAPES. Erechim – RS. p. 222. 2002.

STÜRMER, A. B.; TREVISOL, J. V.; BOTTON, E. A. Aquecimento global: percepções dos estudantes do ensino médio. **Unoesc & Ciência-ACHS**, v. 1, n. 1, p. 21-28, 2010.

SU, Y. Z. et al. Effects of sandy desertified land rehabilitation on soil carbon sequestration and aggregation in an arid region in China. **Journal of environmental management**, v. 91, n. 11, p. 2109-2116, 2010.

TUAN, Y. F. Espaço e lugar. São Paulo: Difel. 1983

TUAN, Y. F. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: DIFEL, 1980.

UPADHYAY, T. P.; SANKHAYAN, P. L.; SOLBERG, B. A review of carbon sequestration dynamics in the Himalayan region as a function of land-use change and forest/soil degradation with special reference to Nepal. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 105, n. 3, p. 449-465, 2005.

CAPÍTULO 4 – RECURSOS TECNOLÓGICOS E O ENSINO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo desenvolver ferramentas a partir de recursos tecnológicos com a inserção de conhecimentos gerais e regionais sobre a Floresta Amazônica como estratégia didática para o conteúdo de MCGs, bem como aplicá-los de forma prática com o intuito de otimizar o processo de ensino e aprendizagem. Além de socializar o recurso tecnológico para a comunidade científica, avaliando a eficácia deste recurso no processo de ensino e aprendizagem.

A elaboração de uma estratégia didática a partir de experiências vivenciadas em sala de aula e em espaços regionais amazônicos, aliados à recursos tecnológicos, proporcionaram ao aluno e ao professor meios para desenvolver atividades diversificadas e ressignificar sua prática. Porém, grande parte dos professores tende a adotar métodos tradicionais de ensino, em muitos casos pelo receio do novo, (CASTOLDI; POLINARSKI 2009).

No entanto, os professores estão frente à novos desafios, que não se referem a somente sair dos muros das escolas como sugerimos no capítulo anterior, mas além disto, faz-se necessário que passemos a utilizar os recursos didáticos e tecnológicos com responsabilidades, pois os mesmos estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia. Com relação às tecnologias, Coll e Monereo (2010, p.17) destacam que:

> Entre todas as tecnologias criadas pelos seres humanos, aquelas relacionadas com a capacidade de representar e transmitir informação – ou seja – as tecnologias da informação e da comunicação – revestem-se de uma especial importância, porque afetam praticamente todos os âmbitos de atividade das pessoas, desde as formas e práticas de organização social até o modo de compreender o mundo, de organizar essa compreensão e de transmiti-la para outras pessoas.

Portanto, o uso das TIC's vem modificando o modo das pessoas se relacionarem na sociedade contemporânea, onde as informações estão endo processadas cada vez mais rápido, podendo ser utilizadas inclusive para fins educacionais, pois, faz parte da exigência pautada ou é uma exigência uma exigência pautada nos documentos educacionais, como nos Parametros Curriculares Nacionais (PCN's).

> É indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras (BRASIL, 1999, p. 96).

Contudo, não basta que este aluno tenha acesso ao computador, mas que o professor possa produzir e compartilhar recursos tecnológicos atualizados e contextualizados com o ensino para alcançar seus objetivos propostos e contribuir para um ensino aprendizagem de qualidade. Schroeder (2012) destaca que a internet surgiu para transformar o modo como enxergamos o livro e, com ela, o livro parte para mais uma mudança: do papel para a tela.

Com o surgimento de novas tecnologias e o advento da internet o acesso às informações ganhou também mais velocidade, porque essas informações chegam de forma instantânea nos meios de comunicação. E não seria diferente com os conteúdos dos livros impressos, que nesse novo formato de “sociedade tecnológica” também ganham um novo formato (FREITAS; VILAS BOAS, 2015).

Como resultado dessas transformações surge o livro digital. Um livro digital (também chamado: e-book, e-livro, livro digital, ou mesmo e-edição) é uma publicação em forma de livro em formato digital, que consiste em texto, imagens, ou ambos, de fácil leitura em computadores ou outros dispositivos eletrônicos (GARDINER, 2010). Por ser uma ferramenta diversificada e acessível, hoje, a internet dispõe de vários livros digitais gratuitos, além do que, o professor pode preparar seu próprio material e disponibilizar para os alunos (FREITAS; VILAS BOAS, 2015).

A elaboração de um livro digital permite ao professor utilizar várias fontes para subsidiar o ensino aprendizagem, sugerindo que o aluno busque por mais informações. No entanto, estas ferramentas não se restringem apenas ao uso do professor para a elaboração de conteúdos, podendo ser também utilizados pelos alunos para dar sentido ao ensino e aprendizado.

Portanto, faz-se necessário desenvolver ferramentas a partir de recursos tecnológicos e didáticos, com a inserção de conhecimentos gerais e regionais sobre a Floresta Amazônica como estratégia didática para o conteúdo de MCGs, bem como aplicá-los de forma prática com o intuito de otimizar o processo ensino-aprendizagem.

Com essa finalidade, foi desenvolvido um Guia didático intitulado *Mudanças Climáticas Globais: Uma estratégia para o Ensino*, com uma versão impressa, a qual será disponibilizada para a biblioteca do IFAM, para que sirva de material de apoio para professores e alunos dos diversos cursos que desejam desenvolver o tema, com sugestão de um roteiro de atividade. O Guia didático também encontra-se disponível no formato de livro digital com o link disponível no site construído para socialização da estratégia desenvolvida. Diante disso, a intenção de construir este Guia didático é de contribuir para o processo ensino e aprendizagem, oferecendo um material que subsidiará o Ensino das MCGs em espaços não formais.

4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.2.1 Guia didático versão impressa: Estratégia para o Ensino das MCGs

Mesmo em tempos de livros digitais em alta, há quem prefira os livros impressos, por vários motivos como aponta Katz (2011, p. 75):

> Os mais “apegados” não querem ver este acabar e não trocam a experiência de compra de um livro impresso por um digital, isso é, ir na livraria, andar pelas prateleiras cheias de livros, sentir o cheiro do livro e folheá-lo. São alguns dos motivos relacionados pela preferência ao livro impresso.

Portanto, o livro impresso tem significados para o processo de ensino e aprendizagem, sendo de grande importância a sua manutenção e conservação de sua história. E, na tentativa de promover e proteger o livro didático, foi criado o Dia Nacional do Livro Didático, comemorado a 27 de fevereiro como forma de reconhecer e valorizar esse livro que é um instrumento de trabalho para o ensino e a aprendizagem escolar, essencial na formação das novas gerações, e constitui se num elemento que contribui para o trabalho do professor (PAULINO, 2009).

O livro didático (LD), constitui-se num elemento de referência para o processo de ensino e aprendizagem. Ele é um instrumento pedagógico que favorece o desenvolvimento intelectual e a formação sócio política do aluno, além de transferir os conhecimentos orais à linguagem escrita (PAULINO, 2009).

Os PCN's do Ensino médio preconizam que, além do livro didático, outras fontes oferecem textos informativos: enciclopédias, livros paradidáticos, artigos de jornais e revistas, folhetos de campanhas de saúde, de museus, textos da mídia informatizada, etc. É importante que o aluno possa ter acesso a uma diversidade de textos informativos, pois cada um deles tem estrutura e finalidade próprias. Cada texto, vem com informações diferentes, e muitas vezes divergentes, sobre um mesmo assunto, além de requererem domínio de diferentes habilidades e conceitos para sua leitura (BRASIL, 1999).

Dessa maneira, o professor pode elaborar seu material didático e torna-lo acessível aos alunos, além de construírem esse material em conjunto, favorecendo a autonomia e trabalho em equipe, além de motivá-los quanto à autoria.

4.2.2 O Livro digital (Ebook) como ferramenta educativa

De volume impresso, o livro passou para uma tela digital em um artefato tecnológico cuja grande vantagem é permitir o armazenamento, não mais de uma, mas de centenas de obras. As exigências de uma vida corrida e dinâmica impõem modos de leituras fragmentadas, em qualquer hora e lugar. E não há como dar conta da atualização de conteúdos tão diversificados se não for pelo sistema de formatos em eBooks e que se disponibilizam por computadores, tablets e smartphones (GUEDES et al., 2013).

As tecnologias voltadas à educação têm evoluído em grande escala e mudado a maneira de interação das pessoas. Devido a tendência tecnológica do mercado, editoras produzem diversos materiais digitais voltados à educação como apoio para professores e alunos, no entanto, para o avanço e constante inovação deste setor, o conhecimento do desempenho destes produtos deve ser claro (GARCIA, 2015).

As fontes para a obtenção de respostas e de conhecimentos sobre o mundo vão desde o ambiente doméstico e da cultura regional até a mídia e a cultura de massas. Portanto, as crianças chegam à escola tendo um repertório de representações e explicações da realidade. É importante que tais representações encontrem na sala de aula um lugar para manifestação, pois, além de constituírem importante fator no processo de aprendizagem poderão ser ampliadas, transformadas

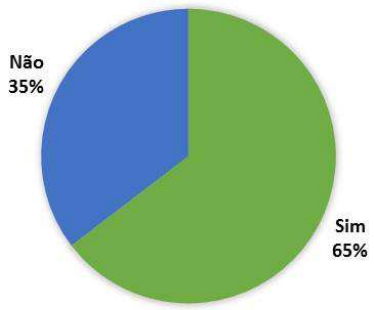
e sistematizadas com a mediação do professor. É papel da escola e do professor estimular os alunos a perguntarem e a buscarem respostas sobre a vida humana sobre os ambientes e recursos tecnológicos que fazem parte do cotidiano ou que estejam distantes no tempo e no espaço (BRASIL, 1998).

A utilização da internet vem modificando não só a forma d o homem se comunicar, mas também como se dá essa comunicação. O uso frequente desses textos virtuais, fora dos espaços escolares, é tão comum e tão crescente que o ensino não pode fechar os olhos a esse fato e, ainda, em razão dos muitos problemas que a leitura desses textos pode proporcionar. É importante que a escola e o professor organizem e programem práticas de leitura e escrita que levem os estudantes ao domínio de competências que os capacite à utilização, ora do texto impresso, ora do texto digital (MAGNABOSCO, 2009).

Com o avanço da tecnologia, observa-se cada vez menos crianças entretidas com o estudo, pois os aplicativos encontrados nos dispositivos eletrônicos são muito mais atrativos e divertidos do que o conteúdo dos livros tradicionais (ALMEIDA; NICOLAU, 2014).

O acesso das pessoas ao livro digital tem sido uma realidade, o que nos revela uma pesquisa realizada por Kartz (2011). Num total de 780 pessoas entrevistadas, 504 já tiveram contato com livros digitais (Figura 45).

Figura 45 - Porcentagem de pessoas que já tiveram contato com livro digital.



Fonte: Katz, 2011.

Com a popularização dos dispositivos portáteis, principalmente smartphones e tablets, o eBook já é uma realidade no mercado. Grandes editoras já possuem versões digitais dos seus livros e revistas mais importantes. Várias escolas e universidades também estão aderindo rapidamente aos benefícios decorrentes do livro digital, tornando-o uma ferramenta essencial para a educação (ALMEIDA; NICOLAU, 2014).

Katz (2011) apresenta algumas vantagens do livro digital, as quais são motivadora para o consumo dessa tecnologia. Segundo a autora, o principal fator é a portabilidade: poder carregar uma biblioteca inteira sem o peso no caso de livros físico e levar para qualquer lugar é muito atrativo. Outro item destacado, é de poder regular o tamanho da fonte e a intensidade da luz, no aplicativo. No caso de livros muito grandes, torna-se fácil o manuseio. A possibilidade de ter o livro no momento do lançamento e em qualquer hora garante uma maior acessibilidade. Ainda a possibilidade de ter informações mais nova e fácil atualização.

4.2.3 O website: Um aliado para o ensino e aprendizagem

O processo de ensino-aprendizagem é de natureza dinâmica, envolve diversos atores e se concentra na construção de conhecimento. Sabemos ainda que a natureza das TIC's é dar mais dinamicidade a este processo na medida em que facilita a interação e a comunicação entre os atores e os conteúdos a serem trabalhados, assim, ninguém deve estar alheio quanto ao seu uso na escola e nas salas de aula (NETO et al., 2015).

Aulas e livros, contudo, em nenhuma hipótese resumem a enorme diversidade de recursos didáticos, meios e estratégias que podem ser utilizados no ensino das Ciências e da Matemática. O uso dessa diversidade é de fundamental importância para o aprendizado porque tabelas, gráficos, desenhos, fotos, vídeos, câmeras, computadores e outros equipamentos não são só meios. Dominar seu manuseio é também um dos objetivos do próprio ensino das Ciências, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL,1998).

Parcianello e Konzen (2015) destacam que a partir das tecnologias atuais, cria-se então uma nova abordagem pedagógica: a digital. Nela é possível criar canais

de interatividade nos âmbitos: professor para professor, professor para aluno, entre os próprios alunos e dos alunos e professores com os demais usuários da rede. A via deixa de ser mão única, para tornar-se mão dupla.

Os canais de aprendizagem estão cada vez mais diversificados, no intuito de proporcionar uma qualidade para o ensino e aprendizado, para isso, as novas tecnologias exploram o uso de imagem, som e movimento simultaneamente; a máxima velocidade no atendimento às nossas demandas e o trabalho com as informações dos acontecimentos em tempo real. Colocam professores e alunos trabalhando e aprendendo a distância, dialogando, discutindo, pesquisando, perguntando, respondendo, comunicando informações por meio de recursos que permitem a esses interlocutores, vivendo nos mais longínquos lugares, encontrarem-se e enriquecerem-se com contatos mútuos (MASETTO, 2011, p. 137).

4.3 METODOLOGIA

4.3.1 Público alvo

Professores e Alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFAM.

4.3.2 Procedimentos didáticos

4.3.2.1 Material didático

Para o desenvolvimento deste capítulo foram utilizadas as bases de dados que haviam sido produzidas no decorrer da pesquisa e novos levantamentos bibliográficos relacionados à metodologias para elaboração de material didático no formato de cartilha ou Guias.

A partir das análises realizadas ao diagnóstico (resultados discutidos no capítulo 2), percebemos a necessidade de construir um material que subsidiasse o ensino sobre MCGs já que os conceitos em torno do tema não estavam bem definidos para os alunos do curso de LCB

Após essa tomada de decisão em diálogo com os alunos, partiu-se para a elaboração do o objetivo do *Guia Didático.*

4.3.2.2 Estrutura do Guia didático

O Guia didático foi construído a partir de tres eixos básicos. O primeiro chamado de eixo conceitual, compreendeu da definição dos conhecimentos em torno das MCGs, considerou-se o diagnóstico realizado junto aos alunos do curso de LCB do IFAM, este nos mostrou alguns conceitos que não estavam bem compreendidos pelos alunos, os quais foram desenvolvidos neste eixo.

O segundo eixo, destaca a importância dos espaços amazônicos para a melhor compreensão das MCGs, onde também foram descritas as características dos espaços amazônicos utilizados para a atividade não formal.

No terceiro eixo, foram apresentados a estratégia desenvolvida com os alunos utilizando os espaços amazônicos para relacionar os conhecimentos em torno do tema, acreditando que os espaços não formais de ensino surgem como uma estratégia didática para ampliar os conceitos científicos, assim como sugerem Rocha e Téran (2014), quando salientam que esses espaços têm assumido a responsabilidade de educar cientificamente a população.

4.3.2.3 Recursos tecnológicos utilizados

O programa utilizado para a elaboração do Guia foi o Publish 2013, para a construção dos desenhos e esquemas utilizou-se o Power Point 2013 e o Paint. Essas ferramentas foram selecionadas por causa do seu fácil acesso, para que o professor perceba que pode elaborar seu material didático a partir de recursos disponíveis e de fácil manuseio. Finalizado o projeto impresso, foi realizado o *upload* do mesmo para disbonibiliza-lo no formato de e-book.

Ao concluir o Guia didático, após as devidas avaliações será solicitado o ISBN, para sua devida publicação. Vale ressaltar que para este produto haverá dois ISBN(s). Um para a versão impressa e outra para a versão digital.

A plataforma utilizada para o formato digital foi o ISSUU, permite a publicação virtual de publicações impressas, a partir do documento em formato pdf a plataforma modifica os para o formato flash (swf). O livro no formato digital nesta plataforma possui a característica de “folhear” as páginas, favorecendo um recurso dinâmico para o ensino.

4.3.2.4 Construção do Site

Após o desenvolvimento da estratégia para o ensino das MCGs e a construção do Guia didático, surgiu a necessidade de socializarmos os mesmos, a ideia do site nos permite disponibilizar os produtos gerados a partir da pesquisa para alunos e professores, além de ser uma ferramenta que permite uma interação entre professor e aluno.

O Website foi construído num formato acessível e dinâmico, onde outros professores terão acesso ao roteiro desenvolvido e o feedback das atividades. Neste ambiente foram disponibilizados as fotos registradas durante as atividades, orientações para o desenvolvimento das mesmas.

Para a construção do website foi levado em consideração um trabalho desenvolvido por Luvizotto et al., (2010), que destacam uma metodologia para a construção de Websites educacionais, considerando a estruturação da página, que os autores denominam de arquitetura da informação no processo ensino aprendizagem. Os autores descrevem que os websites educacionais devem conter em sua estrutura cinco componentes relevantes, os quais seriam: a partilha de informações, a edição colaborativa on-line, a própria informação, as atividades existentes e, a comunicação entre usuários.

4.3.2.5 Avaliação dos produtos

O *Guia* foi apresentado para a turma de LCB do IFAM, participaram deste momento 12 alunos (4° período e finalistas), foram levados alguns exemplares para que os mesmos folheassem e fizessem a leitura para em seguida avaliarem o produto

gerado, durante a apresentação do Guia didático, também foram expostos as ferramentas utilizadas para sua construção.

O site também foi compartilhado com os alunos, permitindo que avaliassem e contribuíssem para a construção do mesmo. Em seguida os alunos responderam um questionário, que foi elaborado para a avaliação do Guia didático e do site.

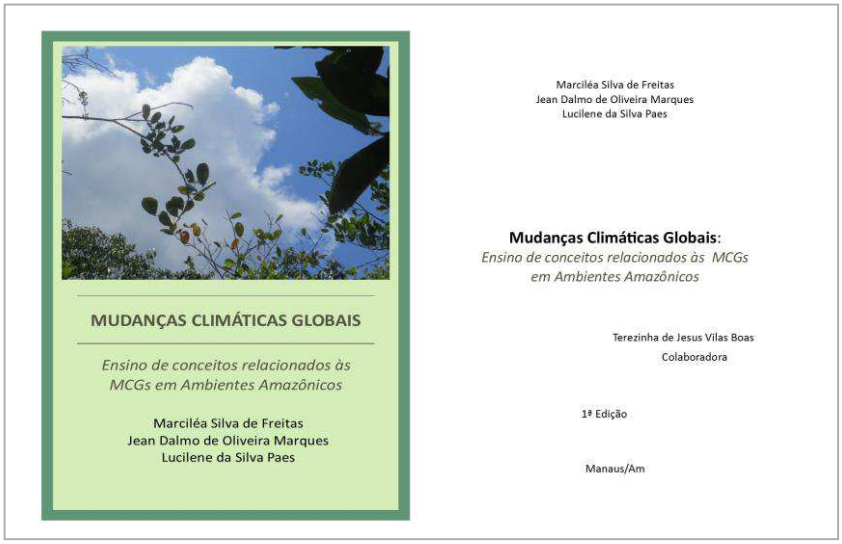
4.4 RESULTADOS

4.4.1 O *Guia* - Mudanças Climáticas Globais: Ensino de conceitos relacionados às MCGs em Ambientes Amazônicos

O recurso didático construído fornece subsídios para o desenvolvimento de práticas de campo que contemple os conteúdos desenvolvidos em sala de aula.

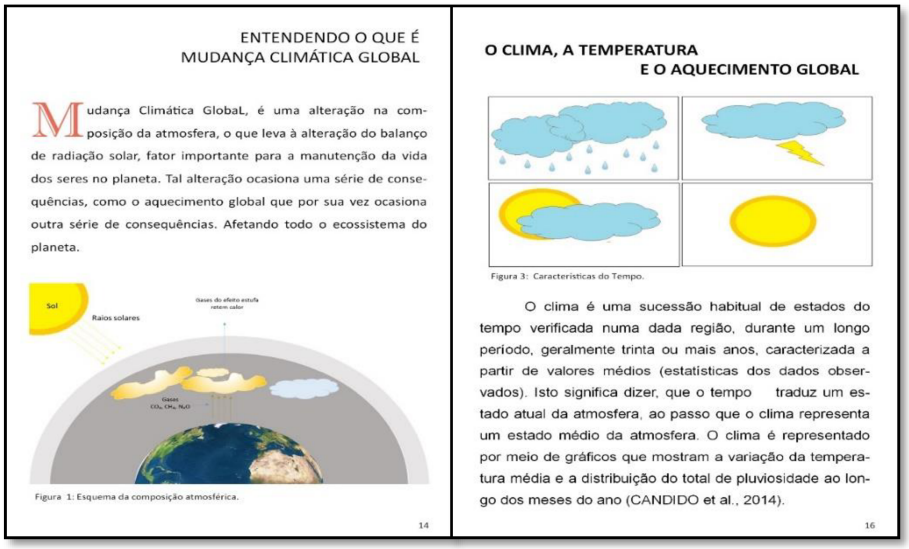
O *Guia* elaborado iniciou com a contextualização dos conceitos que envolvem as MCGs (Figura 46). Tais conceitos subsidiaram a compreensão das complexas relações que envolvem o tema. Foram desenvolvidos nesta parte do guia os seguintes conteúdos: Entendendo o que são MCGs, o clima, a temperatura e o aquecimento global (Figura 47), efeito estufa e MCGs, ciclo do carbono e MCGs, ciclo da água e MCGs, a Amazônia e as MCGs.

Figura 46 - Capa e contracapa do Guia didático.



Fonte: Freitas, 2015.

Figura 47 - Página inicial dos conhecimentos básicos.



ENTENDENDO O QUE É
MUDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL

Mudança Climática GlobaL, é uma alteração na composição da atmosfera, o que leva à alteração do balanço de radiação solar, fator importante para a manutenção da vida dos seres no planeta. Tal alteração ocasiona uma série de consequências, como o aquecimento global que por sua vez ocasiona outra série de consequências. Afetando todo o ecossistema do planeta.

Figura 1: Esquema da composição atmosférica.

14

O CLIMA, A TEMPERATURA
E O AQUECIMENTO GLOBAL

Figura 3: Características do Tempo.

O clima é uma sucessão habitual de estados do tempo 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).

16

Fonte: Freitas, 2015.

O *Guia* disponibiliza caminhos, que podem ser percorridos como sugestões de atividades que auxiliam na melhor compreensão da temática proposta, pois percebemos a necessidade de relacionar os conhecimentos sobre MCGs com os ambientes amazônicos, porque os dados apresentados a partir do diagnóstico, nos mostrou que os alunos não possuíam uma compreensão dos conceitos básicos referentes às MCGs e suas relações com a região amazônica.

Os conhecimentos sobre MCGs desenvolvidos no primeiro eixo, foram explorados a partir dos conceitos básicos necessários para compreensão do tema relacionado, os conhecimentos trabalhados foram:

1 Mudanças Climáticas Globais

1.2 Entendendo o que são MCGs

1.3 O clima, a temperatura e o aquecimento global

1.4 Efeito estufa e MCGs

1.5 Ciclo do Carbono

1.6 Ciclo da água

O segundo eixo, refere-se à caracterização dos espaços não formais utilizados para a abordagem das MCGs e sua importância. No qual descrevemos sobre as características dos ambientes visitados e sua relação com as MCGs. Contendo os seguintes tópicos:

2 Os espaços amazônicos

2.1 Campina

2.2 Campinarana

2.3 Floresta primária

2.4 Importância dos ambientes regionais amazônicos para o Ensino das MCGs.

No terceiro eixo, demonstrou-se orientações e sugestões de atividades desenvolvidas nos espaços não formais, indicando quais as contribuições destes espaços amazônicos com as MCGs, compondo os seguintes tópicos:

3 Estratégia para o Ensino das MCGs

3.1 O panorama das MCGs e o Ensnio no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

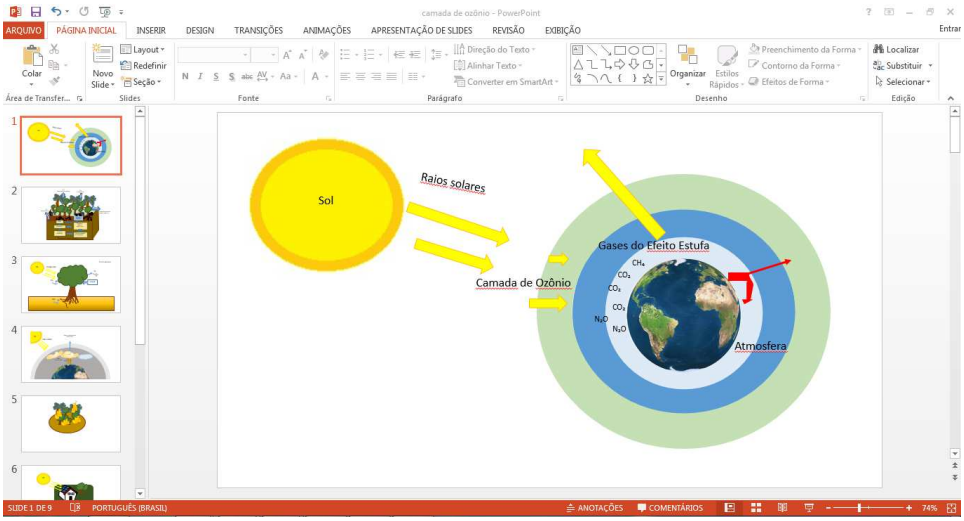
3.2 O Roteiro de atividade (Para professor)

3.3 O Roteiro de visita (Para o aluno)

3.4 A atividade no espaço não formal

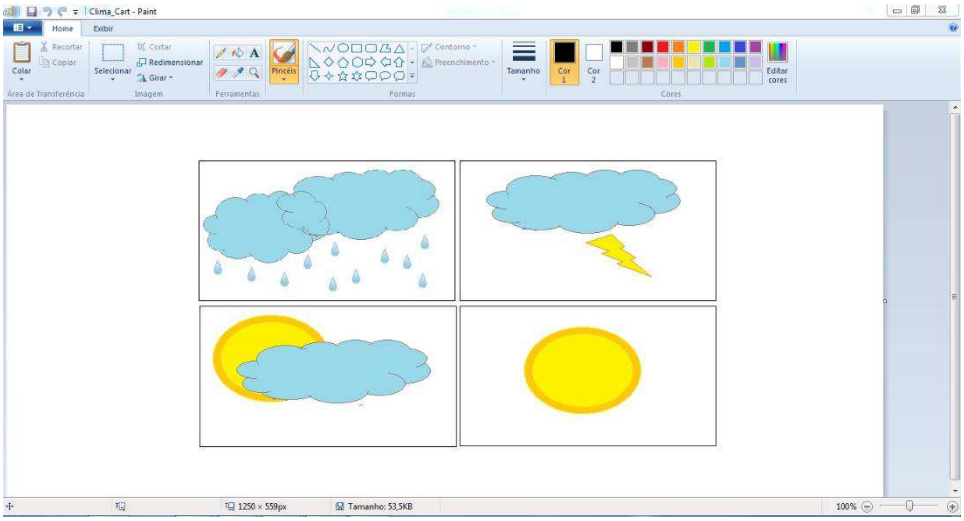
Alguns esquemas utilizados no Guia didático foram adaptados e desenvolvidos para ilustrar os textos (Figura 48 e 49).

Figura 48 - Uso do Power Point 2013 para elaboração dos esquemas.



Fonte: Freitas, 2015.

Figura 49 - Paint para construção de alguns esquemas.



Fonte: Freitas, 2015.

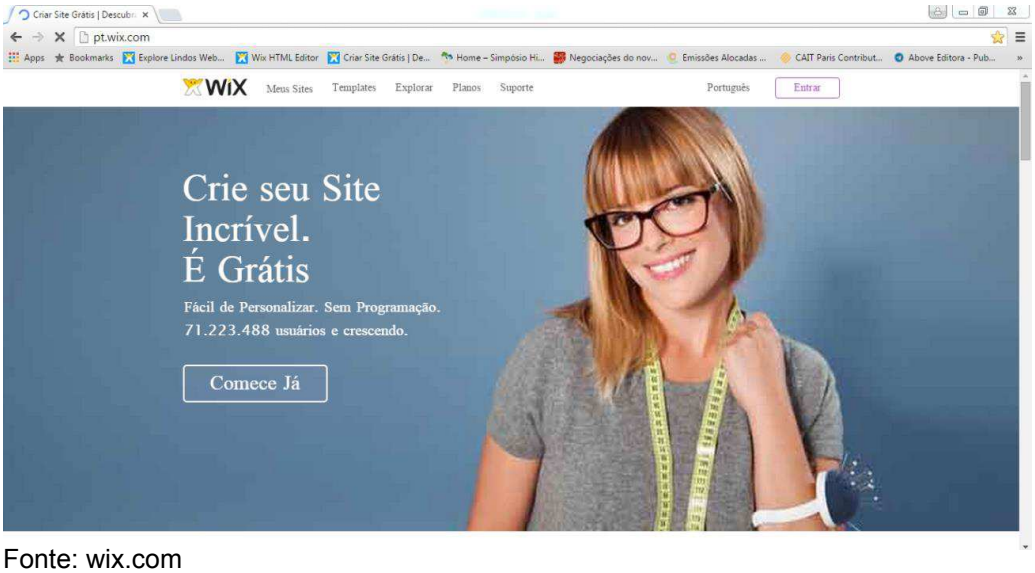
O Guia didático encerra-se com as considerações finais, no qual descrevemos os ganhos que foram obtidos a partir do desenvolvimento da estratégia desenvolvida.

4.4.2 O Website como ferramenta para o Ensino das MCGs

A construção de um site permite que o professor disponibilize as atividades sugeridas aos alunos, podendo realizar a avaliação e solicitar sugestões por meio do mesmo. Esta ferramenta foi construída para disponibilizar aos alunos e professores a estratégia utilizada para o ensino das MCGs em ambientes amazônicos.

Foi utilizado uma plataforma que permite a hospedagem gratuita do site (Figura 50). O Wix.com é uma plataforma online de criação e edição de sites, que permite aos usuários criar sites em HTML5 e sites Mobile. disponível em: www.wix.com.

Figura 50 - Página inicial da plataforma Wix.



Fonte: wix.com

A partir do cadastro, foi selecionado um template para a construção da proposta, com a inserção da estratégia desenvolvida no decorrer da pesquisa. Todos os roteiros e imagens desenvolvidas nas atividades foram utilizados e disponibilizados ao site (Figura 51).

Figura 51 - Página inicial do site.



Fonte: wix.com

O website possibilitou a divulgação de material educativo (Figura 52) e um diálogo com os alunos, ampliando os canais de comunicação e informação, que o professor pode utilizar como ferramenta pedagógica para otimizar suas aulas, já que os recursos tecnológicos estão sendo inseridos cada vez mais em nosso dia a dia, devemos utilizá-los a favor do ensino. E aos alunos o site funciona como uma ferramenta motivadora para ampliar seus conhecimentos.

Figura 52 - Página da descrição da estratégia.



Fonte: wix.com

Buscou-se um modelo (Figura 53) que contemplasse nossa necessidade, permitindo a inserção de imagens, vídeos, arquivos e links para outros sites. Outros sites relacionados ao tema foram inseridos para dar suporte ao conteúdo do tema trabalhado, já que as MCGs é um tema que tem recebido atenção das mais diversas instituições, com atualizações mensais e em alguns casos semanais.

Figura 53 - Páginas acesso para alguns conceitos relacionados às MCGs.



Fonte: wix.com

Nos dias atuais, torna-se inevitável pensar o quanto a tecnologia favorece o processo educacional em todos os seus níveis de aprendizagem, desde a educação básica até a formação acadêmica. O acesso a ela permite que educador e educando ampliem seus conceitos e estreitem sua relação física e virtual.

O que se aprende em sala de aula, com especificidades de determinado assunto, pode facilmente ser estudado num âmbito maior, nas quais se fazem notar outros aspectos ou variáveis desse mesmo assunto. Isso quer dizer que a tecnologia passa a ser uma extensão da sala de aula na busca por mais conhecimento, já que podem ser propostos novos modos de aprender e ensinar (PARCIANELLO; KONZEN, 2015).

Em seu trabalho Azevedo (2008) destaca as novas tecnologias como um recurso favorável a um Ensino de Ciências mais dinâmico e facilitador do ato pedagógico, podendo contribuir, ampliar e diversificar as experiências de vida dos estudantes. Dessa forma, o professor disponibiliza ferramentas que proporcionam uma troca de conhecimentos, a partir de ações costumeiras dos alunos, tornando tais recursos, para fins pedagógicos, favorencendo um ensino e apredizagem com diversas possibilidades interativas.

4.4.4 Avaliação do Guia Didático pelos alunos

De acordo com os alunos o *Guia didático* impresso, contêm uma apresentação visual adequada para processos de ensino e aprendizagem quanto ao tema MCGs, além de potencializar os conceitos relacionados à temática proposta. Sua apresentação textual está adequada e relaciona a realidade dos componentes da floresta amazônica com as MCGs.

O material didático impresso (Guia didático) e digital (Site) trazem o conteúdo sistematizado e organizado, na opinião dos alunos, é importante construir recursos pedagógicos que retratem a realidade regional a partir de experiências práticas.

> "É preciso integrar o aluno ao seu ambiente, para que ele veja que é possível identificar nesse ambiente os conceitos" (A3, 2015).
> "Sabemos que não existe receita para se basear e ter o resultado igual, mas os modelos de experiências facilitam o percurso como no Guia didático apresentado" (A8, 2015).

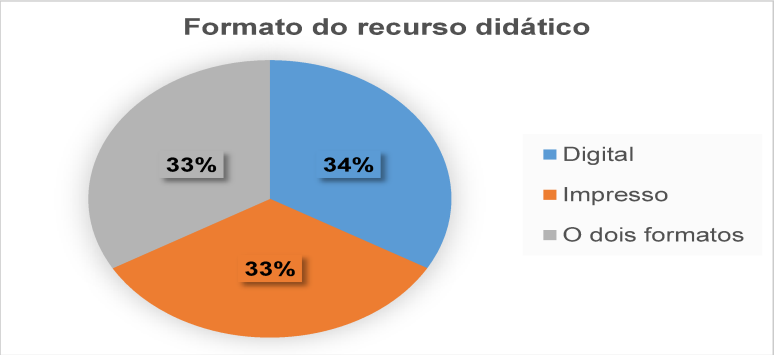
Segundo os alunos, o material didático disponibiliza de forma clara a estratégia adotada para o desenvolvimento da atividade, e conseguiriam desenvolver a estratégia com seus alunos a partir da utilização desse recurso.

> "Achei inclusive, bem interativo e o recurso para a elaboração é de fácil acesso" (A8, 2015). "O vejo como um modelo prático a ser seguido em sala de aula" (A11, 2015).

A produção de material didático seja impresso ou digital, favorece o desenvolvimento de habilidades pedagógicas e autonomia para que alunos e professores possam verificar os conhecimentos sobre as MCGs.

Quanto à questão do material didático está no formato impresso ou digital, os alunos dividiram as opiniões (Figura 54).

Figura 54 - Opinião dos alunos quanto ao formato do Guia didático.



Fonte: Questionário de avaliação, aplicado aos alunos do curso de LCB do IFAM, 2015.

Os motivos pelo qual os alunos preferem o Guia didático no formato impresso ou digital são diversos e estão descritos no Quadro 15.

Quadro 15 - Motivos das escolhas em relação ao formato do Guia didático.

Formato	Guia didático impresso	Guia didático digital	Os dois formatos
Motivos	Gosta do contato com o material impresso (A9)	Fácil transporte (A8)	Para atender os diversos públicos (A3)
	Porque na aula prática seria o mais indicado (A1)	Facilidade, acesso a todos (A7)	Os dois formatos são úteis: Impresso favorece a leitura e o digital para qualquer lugar (A4)
	Fácil para divulgar e mais ecológico (A2)	Utilizamos muito a internet (A12)	Respeitar o gosto da pessoa (A5)

Fonte: Questionário de avaliação, aplicado aos alunos do curso de LCB do IFAM, 2015.

Na avaliação dos alunos, o site tem caráter de divulgação de material educativo, ampliando os canais de comunicação e informação em relação às MCGs, podendo ser utilizado como uma ferramenta tecnológica em favor do ensino aprendizagem.

> “O site é de fácil lunguagem e acesso” (A3, 2015).
> “Possibilita o contato com os leitores pois permite a comunicação entre alunos e professores por meio dele” (A8, 2015).

Os alunos foram solicitados à respoderem sobre as vantagens dos recursos utilizados para o ensino da temática das MCGs, as vantagens descritas por eles estão apresentadas na tabela .

Quadro 16 - Descrição das vantagens citadas pelos alunos relacionadas aos recursos didáticos.

“A autonomia de acesso gera qualidade formal e política do processo de aprendizagem” (A9).
“Permite aliar a teoria com a prática” (A1, 2015).
“Uma experiência que favorece a sensibilidade quanto à conservação do meio ambiente” (A11).
“Favore o exclarecimento sobre o assunto, sendo este de suma importância”(A7).

“Estimular o professor para inovar suas aulas, articulando teoria e prática, mostrando para o aluno que é preciso ultrapassar as barreiras da sala de aula” (A3)
“O material didático está bem claro, bem teorizado, o que facilita o ensino e a aprendizagem, o mais interessante é colocar em evidência o ambiente amazônico” (A4).
“Auxiliar no conhecimento sobre as MCGs, sendo um recurso para o ensino que favorece a preservação do meio ambiente” (A5).
“É um guia prático, simples, mas com ótimo entendimento, facilitando a compreensão por parte dos alunos” (A6).

Fonte: Questionário aplicado aos alunos de LCB do IFAM, 2015.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência na produção do guia didático como forma de difundir o conhecimento, a partir de experîencias vivenciadas, permitiu o favorecimento de habilidades e autonomia enquanto professor, pois, é importante criar, desenvolver, produzir um material de qualidade que alcance as necessidades da sociedade atual para que possamos despertar a reflexão em torno dos problemas ambientais, seja num formato impresso ou digital.

Todo material foi produzido a partir de ferramentas acessíveis, de fácil manuseio, possibilitando ao professor, desenvolver seu material didático com conteúdo direcionado e pensado por ele, sem grandes dificuldades, oferecendo aos alunos um material diversificado e personalizado.

O desenvolvimento das ferramentas educacionais, na qual os indivíduos atuam efetivamente no processo de desenvolvimento da estratégia utilizada, mostrou-se eficaz na condução para o alcance do objetivo proposto, o que permite estimular outros professores à utilizarem novas estratégias educativas.

Utilizar a tecnologia em favor do ensino e aprendizagem favorece uma relação construtiva e interativa entre professores e alunos, favorecendo o desenvolvimento de novas habilidades pedagógicas, ampliando oportunidades para o acesso à informação atribuindo dinamicidade ao processo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.; NICOLAU, M. A reconfiguração do livro didático em versão digital: uma ideia de sustentabilidade. **Temática**, v. 9, n. 01, 2014.

AZEVEDO, R. O. M. **Ensino de Ciências e Formação de Professores**: diagnóstico, análise e proposta. 2008.163 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus – Am.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais /Secretaria de Educação Fundamental. **– Brasília: MEC /SEF**, 1998. 138 p.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. Considerações sobre estágio supervisionado por alunos licenciandos em Ciências Biológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7. **Anais...** Florianópolis, 2009.

COLL, C.; MONEREO, C. **Educação e Aprendizagem no século XXI, Novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades**. In: COLL, C.; MONEREO, C. Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 15-46.

CONDEIXA, G; BODRA, J. **Utilização de folhetos:** Um projeto em tecnologia da educação. São Paulo, Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo, 1973.

FREITAS, M. S.; VILAS BOAS, T. J. R. **Livro Digital:** Uma nova geração de livros In: Tendências e Inovações no Ensino.1 ed. Curitiba: Editora CRV, 2015, v.1, p. 5970.

GARCIA, C. G. S. **Avaliação da qualidade do *E-Book n*a área de Ensino através do uso do método Servqual:** Um Estudo prático em uma grande Editora do País. 2014. Dissertação, (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

GUEDES, F.; ALBUQUERQUE, M.; ALMEIDA, F.; NICOLAU, M. O livro digital e as novas necessidades de produção e leitura. **Temática**, v. 9. n. 11. 2013.

KATZ, F. S. **Estudo de comportamento de consumo de livros digitais**. 2011. Monografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

LUVIZOTTO, C. K.; FUSCO, E.; SCANAVACCA, A. C. Websites educacionais: considerações acerca da arquitetura da informação no processo de ensino-aprendizagem. **Educação em Revista**, v. 11, n. 2, 2010.

MAGNABOSCO, G. G. Hipertexto e gêneros digitais: modificações no ler e escrever?. **Conjectura: filosofia e educação**, v. 14, n. 2, 2010.

MASETTO, M. T. Inovação na aula universitária: espaço de pesquisa, construção de conhecimento interdisciplinar, espaço de aprendizagem e tecnologias de comunicação. **Revista Perspectiva, Florianópolis**, v. 29, n. 2, p. 597-620, 2011.

NETO, A. O S; SANTOS GOES, A. G.; ALMEIDA FILHO, J. C. Tecnologias Educacionais da Informação e Comunicação e o Processo De Ensino-Aprendizagem: Diagnóstico em uma Escola Estadual de Nossa Senhora do Socorro/Se. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 8, n. 1, 2015.

PARCIANELLO, L.; KONZEN, P. C. **Docência no ensino superior**: o uso das novas tecnologias na formação de professores na licenciatura. 2015. Arcos. Disponível em:<http://goo.gl/mGDsYS>. Acesso em: 14 jun. 2015.

PAULINO, S. F. Livro tradicional x Livro eletrônico: a revolução do livro ou uma ruptura definitiva. **Revista hipertextus**, n. 3, 2009.

ROCHA, S. C. B.; TÉRAN, A. F. **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.

SCHROEDER, C. H. Breve história do Livro. **Diário Catarinense**, Florianópolis, 17 jun. 2012, p. 45.

CONCLUSÃO

Com a pesquisa sobre as MCGs, foi possível percebermos que o ano de 2015, deu início a uma maior discussão sobre este tema, com alguns projetos voltados para a comunidade acadêmica, a exemplo disto, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) realizam um evento inédito para alunos do ensino médio no mês de setembro, deste ano, com o intuito de transmitir, por meio de uma linguagem acessível, pontos fundamentais sobre mudança do clima, incluindo cenários futuros, e ações que podem ajudar a minimizar seus impactos, assim como medidas para conter ou mitigar seus efeitos.

Atividades como a destacada, propiciam a compreensão desta temática, aproximando a comunidade acadêmica da real situação que envolve as MCGs. Contudo, os números ainda são insuficientes frente à complexidade das MCGs. Sendo necessário a ampliação desta discussão nos mais diversos níveis de ensino, envolvendo um número maior de professores e alunos em todo o país. O estudo permitiu disponibilizar uma gama de referencial bibliográfico atual e contextualizado sobre os conhecimentos relacionados a temática MCGs, servindo como parâmetro para as discussões.

A análise realizada ao PCN, a LDB e ao Projeto Pedagógico do Curso de LCB, nos levou a perceber a urgência de se tratar sobre os problemas ambientais gerados pelas MCGs em sala de aula. E, contudo, levar as discussões quanto a importância de ações relacionadas à essas questões ambientais.

As atividades realizadas a partir da sala de aula aliada aos ENFs utilizados, contribuíram de modo positivo para que os alunos ampliassem os conhecimentos em torno das MCGs, a visita aos ENFs, despertaram uma reflexão sobre a importância das questões ambientais relacionadas, principalmente no que se refere a importância da preservação e conservação da Amazônia.

Com o trabalho desenvolvido com os alunos do curso de LCB do IFAM conseguimos desenvolver uma estratégia didática para o ensino e aprendizagem sobre a temática MCGs, utilizando as potencialidades dos recursos naturais regionais amazônicos. Pois, discutir de forma contextualizada no ensino, com o auxílio de

estratégias didáticas, desenvolvidas para esta finalidade, acreditamos ser um caminho para a reflexão e mudanças comportamentais frente às questões ambientais. Além, da inserção dos recursos tecnológicos como forma de ampliar e dinamizar a prática docente, favorecendo um ensino e aprendizagem duradoura. Com isso alcançando o objetivo desta pesquisa.

Esperamos que a estratégia proposta e desenvolvida no decorrer da pesquisa, seja estímulo para professores, que venham a construir novas possibilidades para o aprendizado em torno das MCGs ou áreas afins. Não propomos um ensino baseado num modelo a ser seguido, porém, sugerimos um caminho, buscando promover uma educação cientifica efetiva e contextualizada com a realidade regional e global.

Contudo, 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, considerando a importância da preservação e conservação da Amazônia.

APÊNDICE A – Questionário Aplicado aos alunos do Curso de LCB/IFAM

Questionário Diagnóstico

Turma:_____Período_____ Disciplina_____

Curso_____ Idade:_____ Data: _____

1. Você já ouviu falar sobre Mudanças Climáticas Globais (MCG)? Onde?

( ) sim ( ) não
_____
_____

2. O que você entende por mudanças climáticas globais?
_____
_____

3. Qual a importância de se discutir nos dias de hoje MCG?
_____
_____

4. Na sua opinião, o que está ocasionando as mudanças climáticas globais?
_____
_____

5. Quais as conseqüências das mudanças climáticas globais?
_____
_____

6. A Amazônia tem alguma relação com as mudanças climáticas globais?

( )sim ( )não

Explique?
_____
_____

7. A floresta amazônica tem alguma influencia sobre as mudanças climáticas globais?

_____
_____

8. Qual a importância da Amazônia no contexto das MCG?

_____
9. Quais conseqüências da MCG para a Amazônia?

_____
_____

10. Nos últimos dez anos, quais as atividades humanas que contribuíram para agravar as mudanças climáticas globais?

_____
_____

11. Existem diferenças entre mudanças climáticas globais e mudanças climáticas local?

( ) sim ( ) não

13. Alguma disciplina que vc já cursou abordou o tema mudanças climáticas globais?

( ) sim ( ) não

Qual (is)?

_____
_____

14. De que forma esta disciplina que vc está cursando agora está relacionada com as mudanças climáticas globais?

_____
_____

15. Você acha importante que esse tema seja abordado ao nível de ensino no ifam?

( ) sim ( ) não

_____
_____

16. Na sua opinião, a obtenção do conhecimento teórico sobre mcg pelos alunos e professores do IFAM pode auxiliar na dimuinção de danos sobre o ambiente?

( ) sim ( ) não

17. A abordagem sobre mcg para os alunos do ifam pode despertar a concepção de preservação e/ou conservação da floresta amazônica

( ) sim ( ) não

18. Na sua opinião, assinale para quais níveis de ensino esse tema deveria ser divulgado:

( ) para o ensino infantil

( ) para o ensino fundamental

( ) para o ensino médio

( ) para o ensino superior

( ) para todos os níveis anteriormente destacados

19. Você acha que o conhecimento sobre mudanças climáticas globais contribuiria para a sua atividade profissional no futuro?

Quais?

_____
_____

12. Assinale abaixo os temas que estão diretamente relacionados com mudanças climáticas globais?

( ) floresta amazônica
( ) hidrelétricas
( ) desmatamento
( ) pastagem
( ) área degradada
( ) poluição dos rios
( ) ocupação territorial
( ) queimadas
( ) monocultivo
( ) camada de ozonio
( ) efeito estufa
( ) emissão de co2, ch4, clorofluorcarbono, óxido nitroso
( ) el niño e la niña
( ) aquecimento global
( ) elevação das temperaturas
( ) eventos extremos
( ) manejo do solo
( ) outros – citar: _____

( ) sim

( ) não

De que forma?

_____
_____

19. Assinale nas alternativas abaixo as formas que você gostaria que esse conhecimento fosse divulgado no ifam?

( ) por meio de cartilhas

( ) por meio de vídeos

( ) por meio de jogos educativos

( ) por meio de palestras

( ) por meio de cartazes

( ) por meio da realização de eventos

20. Na sua opinião como o conhecimento sobre mudanças climáticas globais poderia ser trabalhado pelos docentes no ifam?

( ) somente por meio de prática de campo

( ) somente por meio de prática de laboratório

( ) somente por meio de aulas teóricas

( ) por meio de aulas teóricas, prática de laboratório e aulas de laboratório

21. Você acha que somente as aulas teóricas são suficientes para a compreensão do conhecimento sobre mcg?

( ) sim ( ) não

_____

APÊNDICE B – Questionário Aplicado aos Professores do Curso de LCB/IFAM

Quetionário_Diagnóstico_Professor

Curso: _____data:_____

Nome:_____

1 Qual seu nível de escolaridade?
( ) Graduado (a)
( ) Especialista
( ) Mestre
( ) Doutor (a)

2 Quais as áreas de conhecimentos (disciplinas) trabalhadas nesta instituição nos últimos 5 anos, como docente e durante quanto tempo?
Disciplina:.....Tempo:.....
Disciplina:.....Tempo:.....
Disciplina:.....Tempo:.....
Disciplina:.....Tempo:.....

3 Nas disciplinas ministradas, a temática mudanças climáticas globais se faz presente?
( ) sim ( ) não

4 Na sua opinião o Projeto Politico Pedagógico do Curso possui ementas que comtemplam a difusão com relação as mudanças climáticas globais para as disciplinas que você ministra.
( ) sim ( ) não

5 Cite três relevâncias ao se difundir esta temática para alunos dos cursos de graduação.
_____

6 Na região amazônica há alternativas em relação aos espaços não formais que possam ser desenvolvidas aulas práticas para o ensino de mudanças climáticas globais.

( ) sim ( )não

7 Cite alguns ambientes amazônicos onde podem ser visualizados os conteúdos difundidos em sala de aula referentes as alterações climáticas globais.

8 Você trabalha conhecimentos sobre mudanças climáticas globais nesta disciplina?

( ) sim ( ) não

9 Se sim. De que forma são trabalhados estes conhecimentos?

10 Quais recursos didáticos você utiliza para ministrar suas aulas? Nesta disciplina existe um módulo específico sobre mudanças climáticas globais.

11 Você costuma relacionar teoria e prática em suas aulas?