



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

KARINA DA COSTA SOUSA

**O TEMA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CURSOS DE ENGENHARIA
AMBIENTAL DA CIDADE DE UBERABA, MG**

CAMPINAS

2015



NÚMERO: 075/2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

KARINA DA COSTA SOUSA

“O TEMA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CURSOS DE ENGENHARIA
AMBIENTAL DA CIDADE DE UBERABA, MG”

ORIENTADORA: PROFA. DRA. DENISE DE LA CORTE BACCI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRA EM
ENSINO E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TERRA

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA KARINA DA COSTA
SOUSA E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. DENISE DE LA
CORTE BACCI

CAMPINAS

2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Márcia A. Schenfel Baena - CRB 8/3655

So85t Sousa, Karina da Costa, 1989-
O tema das mudanças climáticas em cursos de engenharia ambiental da cidade de Uberaba, MG / Karina da Costa Sousa. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Denise de la Corte Bacci.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Mudanças climáticas. 2. Engenharia ambiental. 3. Geociências. I. Bacci, Denise de la Corte. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Climate change in environmental engineering courses from Uberaba, MG

Palavras-chave em inglês:

Climate change

Environmental engineering

Geosciences

Área de concentração: Ensino e História de Ciências da Terra

Titulação: Mestra em Ensino História e Ciências da Terra

Banca examinadora:

Denise de la Corte Bacci [Orientador]

Luana Caetano Rocha de Andrade

Pedro Wagner Gonçalves

Data de defesa: 01-07-2015

Programa de Pós-Graduação: Ensino e História de Ciências da Terra



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA

AUTORA: Karina da Costa Sousa

"O tema das mudanças climáticas em cursos de Engenharia Ambiental da cidade de Uberaba, MG."

ORIENTADORA: Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci

Aprovada em: 01 / 07 / 2015

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci – Presidente

Prof. Dr. Pedro Wagner Gonçalves

Profa. Dra. Luana Caetano Rocha de Andrade

Campinas, 01 de julho de 2015.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que de uma forma ou de outra me ajudaram a desenvolver este trabalho. Em primeiro lugar, à orientadora, professora Denise de la Corte Bacci, pela sua dedicação, que teve início mesmo antes que nos conhecêssemos pessoalmente e que foi fundamental para que este projeto tomasse forma. Muito obrigada pelas sugestões e considerações valiosas; boa parte de meu crescimento durante esta etapa é devido ao conhecimento compartilhado comigo ao longo do trabalho.

Ao professor Pedro Wagner Gonçalves, presente nas bancas de qualificação e defesa, pelas considerações enriquecedoras. À professora Ermelinda Moutinho Pataca, pelos apontamentos que tanto contribuíram para que meu trabalho melhor se delimitasse, durante a qualificação. E à professora Luana Caetano Rocha de Andrade, pelas sugestões durante a defesa.

À Val, pela ajuda em momentos importantes. À CAPES, pela bolsa concedida.

Aos coordenadores dos cursos de Engenharia Ambiental da Uniube, da Factus e da UFTM, André L. T. Fernandes, Renato M. B. Carvalho e Luana C. R. de Andrade, por possibilitarem o desenvolvimento desta pesquisa, assim como todos os outros professores que participaram e contribuíram.

Aos colegas do mestrado e professores do IG que, de uma forma ou de outra, deixaram sua contribuição ao longo desta trajetória.

Aos queridos professores da graduação Aristóteles Teobaldo Neto e Valter Machado da Fonseca, por despertarem em mim o gosto pela pesquisa e, especialmente, pela Educação.

Ao meu esposo, por me apoiar e incentivar desde quando este projeto não passava de uma ideia esboçada em papel. Agradeço pela compreensão e paciência nos dias (e nas noites) de dedicação exclusiva à dissertação; pelo apoio quando o desânimo batia à porta e pelo companheirismo, todos os dias!

E, por fim, um agradecimento especial à minha família, especialmente meus pais. Aqui não caberiam palavras para descrever minha gratidão por todo o apoio, amor, paciência e compreensão nos tantos dias em que minha atenção estava quase que completamente voltada ao desenvolvimento deste trabalho. Amo muito vocês e a vocês dedico esta vitória.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**O TEMA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM CURSOS DE ENGENHARIA
AMBIENTAL DA CIDADE DE UBERABA, MG**
RESUMO

Dissertação de Mestrado

Karina da Costa Sousa

A evolução da sociedade humana se deu de forma empírica e, inegavelmente, íntima com a natureza. No entanto, à medida que a espécie alcançava estágios mais avançados de conhecimento, maior foi o impacto causado ao ambiente. Hoje, vislumbra-se uma situação de expressiva degradação ambiental, o que resulta em problemas socioambientais. A preocupação com o meio ambiente se tornou intensa, especialmente no meio científico, e uma das consequências disso foi a criação de cursos de formação profissional específicos da área ambiental. Dentre eles, destaca-se o curso de engenharia ambiental, voltado principalmente à prevenção e mitigação de impactos ambientais, bem como ao desenvolvimento de tecnologias para esse fim. No cenário atual, uma das questões de destaque é a das mudanças climáticas e suas consequências para a humanidade. A possibilidade de aquecimento do sistema climático global em decorrência da liberação de gases de efeito estufa pelas atividades antrópicas é uma das questões ambientais mais discutidas atualmente, e para a qual se destinam esforços mundiais. Uma parcela de responsabilidade por sua ocorrência tem sido conferida às consequências de atividades antrópicas; no entanto, esta questão se mostra controversa, já que um grupo de cientistas as admitem como parte das transformações naturais do planeta. O fato é que se trata de uma questão de extrema importância e urgência, que deve ser compreendida de forma crítica e responsável, o que evidencia a importância do campo educacional, especialmente quando se trata da educação profissional neste processo. Fica evidente também a contribuição dos conhecimentos geocientíficos na análise da questão, devido à abordagem interdisciplinar utilizada para o entendimento do planeta. A partir destas considerações, o presente trabalho objetivou investigar como o tema das mudanças climáticas é abordado nos cursos de engenharia ambiental da cidade de Uberaba, MG. Foram aplicados questionários qualitativos aos alunos de disciplinas selecionadas. A metodologia de análise das respostas foi a Análise Textual Discursiva. Os professores de Climatologia foram entrevistados, a fim de que seus depoimentos pudessem complementar a análise das concepções dos alunos. Os resultados mostraram que a maioria dos respondentes considerou a influência das atividades antrópicas no clima global, e, mesmo reconhecendo a influência de processos naturais, o papel das atividades humanas não foi desconsiderado. Nas aulas, o tema foi discutido predominantemente a partir do contexto dos diferentes tópicos estudados nas disciplinas, e as visões sobre a problemática variaram de acordo com eles. Embora a maior parte das aulas tenham sido expositivas, os professores de Climatologia utilizaram propostas mais desafiadoras e chamaram a atenção de seus alunos para a discussão sobre o tema. Sua abordagem valorizou o debate e a pesquisa a respeito da controvérsia. Os estudantes reconheceram relações entre o tema e sua atuação profissional, considerando que o tema deva ser abordado em projetos de trabalho e reconhecendo a competência do engenheiro ambiental para mitigar impactos relacionados às mudanças climáticas. E, apesar reconhecerem as contribuições das geociências para a compreensão deste tema e para sua formação profissional e, eles não foram capazes de desenvolver ideias mais complexas sobre o sistema climático.

Palavras chaves: Mudanças climáticas; Engenharia ambiental; Geociências.



**UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE**

CLIMATE CHANGE IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING COURSES FROM UBERABA, MG

ABSTRACT

Masters Degree

Karina da Costa Sousa

The evolution of society has an intimate relation with nature. However, as humans developed and got conscious, environment has suffered the impacts of this development. Today, concern about environment has become intense, especially in scientific field, resulting on the creation of specific professional courses on environmental area. Environmental engineering is one of these courses and its major objective is to prevent and mitigate environmental impacts. Nowadays, one of the most relevant environmental concern is about climate change. Global warming and the anthropogenic release of greenhouse gases is one of the most globally discussed environmental issue. It is a complex subject, which needs to be critically discussed and understood. Because of that, it is evident the importance of education and, specifically, the contribution of Earth Sciences knowledge. Considering this scenario, this work aimed to investigate how climate change is being taught in three environmental engineering courses from Uberaba, MG. It has been used a qualitative questionnaire, that has been answered by the students of the courses and Discursive Textual Analysis. Results have shown that most of the participant consider human's influence on global climate. During the classes, the theme has been discussed within the context of different topics of the disciplines and the interpretations about climate change depended on the taught subjects. Although classes was predominantly expositive, Climatology teachers used challenging approach, which incited student's interest. They debated the controversy related to climate change and global warming and incentivized researches about it. Students recognize the relationship between the theme and their future professional activity, considering that the subject must be discussed in work projects, and indicating environmental engineers' competence in mitigating environmental impacts related to climate change. And although they recognize the contribution of the Earth Sciences knowledge to comprehend the theme and for their professional formation, they could not express complex ideas about climate system.

Keyword: Climate change; Environmental engineering; Geosciences.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação: contexto da pesquisa e trajetória pessoal da pesquisadora.....	1
1.2 A Engenharia Ambiental e as mudanças climáticas: considerações iniciais e questionamentos	3
1.3 Contribuições das Geociências para o debate das mudanças climáticas nos cursos de Engenharia Ambiental.....	6
1.4 Objetivos da pesquisa.....	10
1.5 Contexto do estudo proposto: a cidade de Uberaba e seus cursos de Engenharia Ambiental	10
1.5.1 Os cursos de engenharia ambiental da cidade	13
1.5.1.1 Faculdade de Talentos Humanos.....	13
1.5.1.2 Universidade de Uberaba	14
1.5.1.3 Universidade Federal do Triângulo Mineiro	16
2 METODOLOGIA	19
2.1 Coleta de dados.....	21
2.1.1 Etapa 1: Contato com as instituições.....	21
2.1.2 Etapa 2: Escolha das disciplinas.....	22
2.1.3 Etapa 3: Elaboração dos questionários para os alunos e das entrevistas para os professores.....	26
2.1.4 Etapa 4: Aplicação dos questionários aos alunos.....	30
2.2 Análise das respostas obtidas: A Análise Textual Discursiva (ATD)	32
2.3 A estrutura do trabalho e os pressupostos teóricos de análise e interpretação	36
3 A CONTROVERSA QUESTÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS	39
3.1 Considerações sobre as influências sofridas pelo sistema climático global.....	41
3.1.1 A energia solar incidente.....	41

3.1.2 Fatores terrestres	42
3.1.3 Fatores astronômicos.....	51
3.1.4 Fatores extraterrestres	53
3.2 Alguns contrapontos às ideias dominantes	54
4 ENGENHARIA AMBIENTAL: A PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL E A INTERDISCIPLINARIDADE NA ÁREA TECNOLÓGICA	65
4.1 O surgimento do curso de Engenharia Ambiental.....	65
4.1.1 O surgimento da Engenharia Ambiental no Brasil.....	68
4.2 Caracterização curricular do curso e campos de atuação do engenheiro ambiental....	71
4.3 Relações entre o tema das mudanças climáticas e a engenharia ambiental: reflexos na atuação profissional	88
4.3.1 A questão das mudanças climáticas em normas brasileiras: alguns exemplos	89
5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: TENDÊNCIAS GERAIS SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA NOS CURSOS E AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS	97
5.1 A abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas selecionadas.....	97
5.2 Recursos e estratégias didáticas utilizados na discussão sobre mudanças climáticas....	106
5.3 Concepções dos alunos sobre as relações entre o tema e sua futura atuação profissional.....	110
5.3.1 Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas	112
5.3.2 Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos	116
5.3.3 Educação ambiental e pesquisa	122
5.3.4 Respostas não categorizadas	123
5.4 Concepções dos alunos sobre o tema das mudanças climáticas	123
5.4.1 Comentários sobre as respostas pertencentes à Categoria 1: Mudanças climáticas ocorrem devido a causas naturais, com contribuição antrópica	132

5.4.2 Comentários sobre as respostas pertencentes à Categoria 2: Mudanças climáticas ocorrem devido a causas naturais.....	140
5.4.3 Comentários sobre as respostas pertencentes à Categoria 3: Mudanças climáticas ocorrem devido às atividades antrópicas.....	147
5.4.4 Respostas não categorizadas	153
5.5 Percepções sobre a contribuição das Geociências para a formação profissional e para o entendimento do tema das mudanças climáticas.....	155
5.5.1 Contribuição das Geociências para a formação profissional	157
5.5.2 Contribuições para o entendimento do tema das mudanças climáticas	161
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177
ANEXOS	191
APÊNDICES.....	225

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1 – Fluxograma da análise das respostas à questão que investigou a abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas

Figura 5.2 – Recursos/estratégias didáticas utilizados pelos docentes na abordagem do tema das mudanças climáticas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Habilidades e competências específicas esperadas dos egressos dos cursos estudados

Tabela 2.1 – Disciplinas selecionadas nas três instituições para aplicação do questionário

Tabela 2.2 – Quantidade de questionários respondidos por turma e instituição

Tabela 4.1 – Possíveis campos de atuação do Engenheiro Ambiental

Tabela 5.1 – Categorias definidas nas disciplinas e correspondência entre categorias semelhantes, que aparecem em cores iguais

Tabela 5.2 – Tópicos no âmbito dos quais se abordou o tema das mudanças climáticas

Tabela 5.3 – Percepção dos alunos sobre as relações entre o tema das mudanças climáticas e sua atuação profissional

Tabela 5.4 – Compreensão dos estudantes sobre o tema das mudanças climáticas

Tabela 5.5 – Transcrição das principais ideias expressas pelos alunos

Tabela 5.6 – Percepções dos respondentes sobre a contribuição das geociências para sua formação

Tabela 5.7 – Percepções dos respondentes sobre a contribuição das geociências para a compreensão do tema

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APA - Área de Proteção Ambiental

AR5 - *Fifth Assessment Report*

ATD - Análise Textual Discursiva

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONFEA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

COP - Conferência das Partes

COPAM - Conselho Estadual de Meio Ambiente

CREA - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

ENOS - El Niño Oscilação Sul

Factus - Faculdade de Talentos Humanos

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente (MG)

FUNAI - Fundação Nacional do Índio

GEE - Gás de Efeito Estufa

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IEF - Instituto Estadual de Florestas (MG)

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)

MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MEC - Ministério da Educação

NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*

ODP - Oscilação Decadal do Pacífico

OMM - Organização Meteorológica Mundial

ONG - Organização não governamental

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

PIB - Produto Interno Bruto

PLANASA - Plano Nacional de Saneamento

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

ppbv - Partes por bilhão em volume

ppmv - Partes por milhão em volume

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

ROC - Radiação de ondas curtas

ROL - Radiação de ondas longas

TSM - Temperatura da superfície do mar

UFTM - Universidade Federal do Triângulo Mineiro

UNICEF - *United Nations Children's Fund* (Fundo das Nações Unidas para a Infância)

Uniube - Universidade de Ubera

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação: contexto da pesquisa e trajetória pessoal da pesquisadora

Acredito que para desenvolvermos satisfatoriamente qualquer ideia, projeto ou trabalho que nos propomos realizar, precisamos de uma boa dose de motivação pessoal. Especialmente no campo da pesquisa, em que não raras vezes nos deparamos com situações ou circunstâncias que podem nos levar ao desânimo, ou até ao abandono da ideia inicial. Por este motivo, conto em breves palavras minha trajetória pessoal, de forma a contextualizar os caminhos que levaram a esta pesquisa.

Meu interesse pelas Geociências remonta ao tempo em que cursava a quinta série (atualmente sexto ano) do ensino fundamental, na Escola Estadual Paulo José Derenusson, em Uberaba/MG, cidade onde nasci, onde resido atualmente e onde a pesquisa foi desenvolvida. Naquela época, graças às aulas de Ciências, interessei-me pela temática dos vulcões, até então pouco conhecida por mim. Minha irmã e uma amiga compartilhavam comigo deste interesse, e tamanha era nossa empolgação com o assunto que passamos a pesquisá-lo e montamos uma pasta que continha os resultados de nossas pesquisas. Aprendemos, fora dos limites da escola, um pouquinho sobre as placas tectônicas, sobre o vulcanismo, a estrutura interna do planeta e sobre os tipos de rochas existentes. Estávamos com onze anos de idade. A pasta existe até hoje, tal qual a deixamos pela última vez. Decidi naquela época que seria vulcanóloga, uma profissão desconhecida por quase todos para quem contava meu desejo! E, para isso, eu estudaria Geologia: na minha concepção, a ciência que estuda as rochas e as montanhas! Eu imagino se todos os professores têm verdadeira noção de quanta diferença podem fazer na vida de uma pessoa, especialmente de uma criança, para o resto de sua vida.

Mas desde a quinta série, até o terceiro ano do Ensino Médio muitas coisas aconteceram, e, embora meu interesse pela Geologia continuasse latente, a vida tomou rumos que não me permitiram seguir esta carreira. Porém, movida por este interesse, escolhi me graduar em Engenharia Ambiental, curso oferecido pela Universidade de Uberaba.

Durante a graduação, envolvi-me intensamente com a Educação Ambiental. Quando cursava o terceiro período, no ano de 2009, fundei, juntamente com minha irmã e uma amiga, ambas também cursando engenharia ambiental, uma organização não governamental,

objetivando desenvolver projetos de Educação Ambiental para diferentes públicos. Através desta ONG, trabalhamos com crianças e adultos, a partir de projetos que nós mesmas escrevíamos, cujas metodologias consistiam em palestras, oficinas de artesanato reciclável, teatro para crianças, ações de conscientização em comunidades, diagnóstico de áreas degradadas, coleta de resíduos sólidos e promoção de eventos de cunho acadêmico.

Além dos projetos desenvolvidos no âmbito da ONG, participei do projeto de Iniciação Científica intitulado “Educação Ambiental para o produtor rural da APA Rio Uberaba: ações para o desenvolvimento sustentável”. O objetivo era desenvolver uma cartilha contendo informações e esclarecimentos referentes ao licenciamento e à regularização ambiental, à gestão de recursos hídricos, aos resíduos sólidos, à recuperação de áreas de degradadas, e outros temas que pudessem ser importantes aos produtores rurais da Área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba. Compreendi, por meio destas experiências, a importância da educação para a construção de uma sociedade mais sustentável, e este pensamento me acompanhou durante todo o curso. Estas experiências também despertaram em mim o desejo de atuar na área acadêmica, especialmente na educação sobre temas ambientais e no desenvolvimento de projetos e pesquisas que possam contribuir para o desenvolvimento sustentável de comunidades e da sociedade em geral. Por este motivo, estabeleci como meta ingressar no mestrado ao final da graduação.

Sobre a questão das mudanças climáticas, a referência que tinha ao ingressar na faculdade era o documentário “Uma verdade inconveniente”, apresentado por Al Gore, o qual assisti durante o terceiro ano do Ensino Médio, em 2007, por solicitação do professor de Biologia. Até o terceiro ano da graduação, as ideias apresentadas por professores de disciplinas como Educação Ambiental, Ecologia Geral, Ecologia Aplicada, etc., eram compatíveis às ideias veiculadas no documentário. Até que tiveram início as aulas de Climatologia, já no sexto período do curso.

Somente neste período fui “apresentada” à controvérsia envolvendo a questão climática – até então desconhecia o posicionamento dos cientistas céticos, e os professores das disciplinas anteriores também não abordaram a controvérsia. O professor de Climatologia realizou um debate, em que ambos os posicionamentos eram confrontados, e solicitou a pesquisa e a leitura sobre a controvérsia. A partir deste período, adquiri grande interesse pelo tema e busquei pesquisar mais sobre ele.

Estas pesquisas e leituras possibilitaram que eu aprofundasse meus conhecimentos sobre temas referentes à história climática do planeta, o Tempo Geológico, as mudanças pelas quais a Terra passou ao longo de sua história e o papel que as interações entre diferentes esferas e fatores têm nessas mudanças. Tudo isso me levou a refletir sobre a falta da disciplina de Geologia na grade curricular do curso de Engenharia, e como ela pode contribuir para a formação dos engenheiros, por seu caráter histórico e sistêmico, no sentido de compreender a complexidade de processos ambientais que vivenciamos no presente. Conceitos relacionados à Geologia eram abordados em disciplinas como Manejo dos Solos, Topografia e Mensuração, Geotecnia Ambiental, Geoprocessamento e Recuperação de Áreas Degradadas, mas não existia uma disciplina específica de Geologia.

A partir deste contexto, nasceu o projeto de Mestrado. A seguir introduziremos os questionamentos iniciais, a justificativa e os objetivos da pesquisa.

1.2 A Engenharia Ambiental e as mudanças climáticas: considerações iniciais e questionamentos

O curso de Engenharia Ambiental possui uma base bem distinta de outras modalidades da engenharia, aliando conhecimentos básicos em ciências exatas e conhecimentos básicos em ciências naturais, além do conteúdo específico que visa capacitar o egresso para atuar na avaliação, prevenção, mitigação e remediação de impactos ambientais, e no desenvolvimento, aplicação e gestão de tecnologias para estes fins. Tal formação deve, também, conferir ao egresso ampla visão dos processos naturais. Neste sentido, obviamente, as problemáticas ambientais como a questão energética, a degradação de áreas, os recursos hídricos e a questão climática apresentam interfaces com os possíveis campos de atuação profissional deste engenheiro.

A questão climática é uma das mais relevantes no cenário ambiental na atualidade. Não obstante sua relevância, configura-se como uma questão controversa, especialmente nos meios científico e acadêmico. Quanto ao debate do tema por leigos, concordamos com Ramos (2010), que aponta que a controvérsia entre os discursos científicos sobre o tema é silenciada, em maior ou menor medida, pela divulgação da grande mídia. Esta controvérsia está relacionada às influências sofridas pelo sistema climático terrestre – ou, de acordo com o termo técnico, às forçantes climáticas. Galvão e Silva (2013), a respeito do debate sobre

forçantes que influenciam ou não o clima, informam que os discursos sobre essas influências circulam entre sendo a própria dinâmica interna do planeta, os forçamentos externos e os forçantes antrópicos. Mas, como se define o termo “forçante”?

Segundo o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC (2013, p. 18), “a forçante radioativa devido a um agente climático é definida como a diferença em irradiância líquida na tropopausa, entre um estado de referência e um estado perturbado devido ao agente climático”. “O estado de referência pode ser a ausência do agente climático, ou seu impacto em uma dada situação ou época, como, por exemplo, no início da Revolução Industrial (aproximadamente 1750) adotado pelo IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*” (FORSTER et al., 2007 apud PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2013, p. 18). Um resumo das informações apresentadas pelo recente Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o AR5, sobre as forçantes climáticas é apresentado na Tabela 2.2 do Anexo 1. Outras discussões sobre os fatores que influenciam o clima serão melhor apresentadas no capítulo 3.

A influência da atividade antrópica no clima é considerada superior à influência dos processos naturais. No entanto, existem cientistas que discordam desta conclusão. Trata-se dos cientistas “céticos” (DURKIN, 2007; MOLION, 2008; SUGUIO, 2010, ONÇA, 2011) em relação a se atribuir as atividades humanas como uma forçante climática.

Segundo Bacci e Martins (2013, p. 276), “dado que as variações naturais de temperatura observadas no passado são da mesma ordem de magnitude que aquelas que ocorreram recentemente, não é absolutamente certo que, qualquer parcela dos aumentos observados nos últimos 100 anos possa ser atribuída à intensificação do efeito estufa”, que se dá, por sua vez, devido ao incremento dos valores dos gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, conferido às atividades humanas. Molion (2011) afirma que a variabilidade natural do clima não permite atribuir o aquecimento da superfície terrestre à intensificação do efeito estufa causado por atividades humanas e que a aparente consistência entre registros históricos e as previsões dos modelos não significa que o aquecimento esteja ocorrendo. E dá exemplos de registros que conflitam com a hipótese de um efeito estufa intensificado pelo aumento da concentração de CO₂ atmosférico: em determinados períodos, quando o lançamento de CO₂ era inferior ao atual, houve aquecimento, e, em momentos de desenvolvimento econômico acelerado, como por exemplo o pós-Segunda Guerra Mundial, observou-se resfriamento. Onça (2011, p.517), nas considerações finais de sua tese dedicada à discussão cética sobre o

aquecimento global antropogênico e seu significado, afirma que a hipótese “constitui a maior fraude científica e social de nosso tempo”. Suguio (2008) explica que no momento não há testemunhos para se atribuir o aumento de temperatura observado durante o século XX à recuperação natural do clima ou às atividades industriais antrópicas. O autor menciona a possibilidade de recuperação natural do clima considerando que se acredita que durante a Pequena Idade do Gelo (1540 a 1890) a temperatura média do planeta tenha chegado a ser 2º centígrados inferior a atual (SUGUIO, 2008, p. 15).

As informações até este ponto apresentadas caracterizam a divergência entre os posicionamentos de estudiosos do clima global, e deixam evidente a relevância desta questão e a importância de sua discussão. Considerando-se essa controvérsia, ressaltamos o papel da Educação para a formação de cidadãos críticos e reflexivos sobre a realidade ambiental. E, pensando-se no âmbito educacional, como discutir um tema tão complexo nos cursos de Engenharia Ambiental? Qual a visão sobre as mudanças climáticas deve ser abordada nos cursos? Destas preocupações, surgem outros questionamentos.

Nesses cursos a Climatologia é por excelência a disciplina que aborda tais questões e é definida (pela Portaria n.º 1.693, de 05 de dezembro de 1994, que institui o curso) como uma matéria de formação profissional geral. Mas apenas em Climatologia esse tema deveria ser abordado? Em quais outras disciplinas é pertinente a abordagem do debate sobre as mudanças climáticas? E qual a relevância do conhecimento geocientífico para este debate? Buscamos observar e responder estes questionamentos ao longo do trabalho. Sobre o último, especificamente, apresentaremos algumas considerações a seguir.

1.3 Contribuições das geociências para o debate das mudanças climáticas nos cursos de Engenharia Ambiental

Potapova (2008) aborda uma possível crise das Ciências Geológicas com origem na tendência que se observava de classificar as ciências de acordo com seus métodos de investigação e não de acordo com seus objetos de estudo. A autora apresenta a Geologia e suas relações com outras ciências naturais, além de elucidar acerca dos conceitos de objetos de estudo e de investigação próprios. O objeto de estudo da Geologia, de fato, pode ser definido como “o processo histórico-geológico”. “A tarefa da Geologia é estudar a história da

Terra como um todo e suas várias esferas, camadas ou estratos e o núcleo” (POTAPOVA, 2008, p. 87). E continua:

Obviamente, no estudo de um sistema natural integrado tal como a Terra, deveria haver uma ciência que sintetizasse conhecimentos sobre todas as formas de movimento da matéria que tomam parte na evolução do sistema. Essa ciência é a geologia, tomada no seu sentido mais amplo como a mais geral e ampla ciência do planeta. (POTAPOVA, *ibid.*)

Sendo o engenheiro ambiental um profissional do qual se exige conhecimento sólido dos processos naturais, evidenciam-se as contribuições da Geologia para a formação destes profissionais. O projeto pedagógico de um dos cursos de Engenharia descreve o seguinte:

A adoção do modelo de desenvolvimento sustentado requer aprofundado conhecimento do meio ambiente (físico, biológico e antrópico) e de sua dinâmica, o que permite avaliar seu potencial de uso, determinar suas suscetibilidades e vocações, propor formas adequadas de apropriação dos recursos em função da capacidade de suporte do meio às atividades que nele se desenvolvem. (UNIVERSIDADE de Uberaba, 2013).

Nesse parágrafo podemos perceber que os conhecimentos geológicos fazem parte da base necessária para a formação do engenheiro, dando condição para que o profissional possa entender o funcionamento e a dinâmica do planeta. A Geologia é uma matéria de formação profissional do currículo do curso, existindo interfaces entre as competências adquiridas pelo engenheiro ambiental que podem ser atribuídas às formas de investigação particular dessa ciência.

Frodeman (2010) explica que os métodos de uma ciência hermenêutica e histórica como a Geologia espelham melhor as complexidades que enfrentamos como seres históricos, e que, provavelmente, este tipo de raciocínio será crucial no próximo século. O autor pontua que muitas das questões atuais, como o aquecimento global, são questões científicas e éticas, e que seu caráter científico é profundamente influenciado pela interpretação e pela incerteza.

Como afirmam Bacci e Pataca (2008), essa contribuição é importante para o desenvolvimento de uma visão sistêmica e integrada do ambiente, que se dá a partir das dimensões espaço e tempo, muitas vezes ausentes no ensino de Ciências Naturais, mesmo sendo fundamentais para a compreensão das questões relativas ao planeta. O ensino de Geociências, por sua natureza interdisciplinar – assim como o é a proposta de formação de

engenheiros ambientais – e por valorizar as dimensões espaço-tempo no estudo do ambiente, contribui para o estabelecimento de relações dialéticas entre o local e o global, no levantamento e análise de problemas socioambientais (Santos, 2011). Segundo Bacci (2009), o conhecimento geocientífico oferece condições de se pensar a realidade de forma complexa e integrada, em diversas escalas de tempo e espaço, o que contribui para que compreendamos os processos em sua totalidade. Vesilind e Morgan (2013), em sua obra intitulada “Introdução à Engenharia Ambiental”, explicam que problemas ambientais devem ser resolvidos através de abordagem holística a despeito de uma abordagem fragmentada que considere um único poluente, ou um único meio.

Considerando as bases conceituais das Geociências, faz-se relevante abordar a questão das mudanças climáticas sob o enfoque geocientífico, que, segundo Galvão e Silva (2013), implica nas visões presentes na sociedade sobre o tema:

(...) no esforço de tratar o planeta como uma entidade única, uma visão de natureza abrangente, histórica, em termos de um sistema complexo, o que permite ter uma imagem dos processos de maneira global podendo ser relacionados a visões parciais, implicando em deslocamentos no modo como significamos as relações entre o homem e a natureza. (GALVÃO E SILVA, 2013, p. 310)

Tal enfoque educativo, em detrimento de uma visão fragmentada, contribuiria expressivamente para a formação dos engenheiros ambientais, na formação de um profissional atue “nos aspectos do relacionamento Sociedade - Meio Ambiente e seus efeitos na cultura, no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida” (FACULDADE DE TALENTOS HUMANOS, 2010).

O reconhecimento das Ciências da Terra como base para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável é um grande passo e uma grande responsabilidade para os profissionais da área (BACCI, 2009, p. 11). Os conhecimentos em Geologia e Geociências abrem possibilidades para a sociedade tomar decisões e compreender as aplicações dos conhecimentos sobre a dinâmica natural e dos processos naturais na melhoria da qualidade de vida (OLIVEIRA, L, 2012), o que configura uma importante contribuição para a formação e posterior atuação dos engenheiros ambientais. Bacci e Martins (2013) complementam que a falta de entendimento geocientífico compromete a disponibilidade e qualidade de recursos não

renováveis; aumenta a insegurança habitacional e de vida; gera falsas expectativas em relação à vida no planeta e às mudanças globais, levando à incompleta compreensão do planeta e, como consequência, ao predomínio da visão reducionista e não da sustentabilidade. A visão sustentável é aquela que se espera dos engenheiros ambientais. Jacobi et al. (2011) explicam que a formação da consciência crítica nos remete à reflexão e ação sobre os fatos, para transformar a realidade, ao invés da paralisação diante deles, o que demonstra o papel da educação no entendimento de temas como o das mudanças climáticas.

Considerando tais aspectos, apontamos a contribuição dos conhecimentos geocientíficos para a formação do engenheiro ambiental, bem como a contribuição deste campo para a compreensão do tema estudado.

Expostos os questionamentos e as considerações que embasaram o desenvolvimento desta pesquisa, apresentamos, a seguir, seus objetivos gerais e específicos. Em seguida, o local de estudo será apresentado.

1.4 Objetivos da pesquisa

A pesquisa tem como objetivo geral identificar e descrever como o tema das mudanças climáticas é abordado nos cursos de graduação em Engenharia Ambiental oferecidos na cidade de Uberaba-MG. Os objetivos específicos são:

- Elencar os conhecimentos específicos sobre mudanças climáticas presentes nos cursos de Engenharia Ambiental oferecidos pela Universidade de Uberaba (UNIUBE), Faculdade de Talentos Humanos (Facthus) e Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).
- Levantar as principais metodologias de ensino e os recursos didáticos usados nas disciplinas que abordam as mudanças climáticas.
- Investigar a relação que os alunos constroem sobre o tema e sua atuação profissional.
- Identificar qual abordagem científica predomina sobre o tema, considerando as correntes de interpretação das mudanças climáticas: natural ou antropogênica.

- Identificar a contribuição das Geociências para a elaboração dos conhecimentos sobre a temática pelos alunos do curso, bem como para sua formação profissional.

1.5 Contexto do estudo proposto: a cidade de Uberaba e seus cursos de Engenharia Ambiental

As informações apresentadas até este ponto delimitam a relevância do tema das mudanças climáticas na atualidade e a controvérsia a ele relacionada. A compreensão da problemática do clima global a partir do conhecimento geocientífico pode contribuir para o entendimento dos processos naturais envolvidos, o que, conseqüentemente, contribui para a formação dos engenheiros ambientais. Neste item apresentaremos o local de desenvolvimento da pesquisa e os cursos de Engenharia Ambiental investigados.

A cidade de Uberaba localiza-se na região do Triângulo Mineiro. Segundo dados do sistema IBGE–Cidades@ (disponíveis no link <http://www.cidades.ibge.gov.br>), a cidade possuía, no ano de 2010, uma população de 295.988 habitantes, com a estimativa de 318.813 habitantes para o ano de 2014. Compreende uma área 4.523,957 km², (IBGE, 2010), sendo aproximadamente 256 km² de área urbana, e o restante abrangendo a área rural. Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013, disponível em www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/uberaba_mg (consultado em setembro de 2014), o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) passou de 0,692 em 2000 para 0,772, considerado alto, em 2010, o que corresponde a uma taxa de crescimento de 11,56%, ocupando a 210ª posição em relação aos 5.565 municípios brasileiros. No que se refere ao setor econômico, o sistema IBGE-Cidades@ informa que o setor de serviços é responsável por aproximadamente 49,78% do valor adicionado bruto do Produto Interno Bruto (PIB) do município, a indústria por 28,18% e a agropecuária por 7,18%. Embora a agropecuária apresente menor contribuição para o Produto Interno Bruto municipal, se comparado ao setor industrial e ao de serviços, a atividade é tradicional no município, havendo diversas indústrias destinadas a produzir insumos e a beneficiar produtos agropecuários

A história de Uberaba e a formação de engenheiros remonta ao ano de 1895, quando foi inaugurado o Instituto Zootécnico, a primeira instituição de ensino superior da cidade, destinado à formação de engenheiros agrônomos, suprimindo uma necessidade crescente e que era precariamente atendida por alguns técnicos agrimensores (RICCIOPPO FILHO,

2013). O instituto, no entanto, teve existência efêmera e, em 05 de outubro de 1898, devido a grave situação financeira do estado, foi extinto por ato governamental, como conta Riccioppo Filho (op. cit.). Atualmente, de acordo com o sistema e-MEC, do Ministério da Educação (disponível em <http://emec.mec.gov.br/>), a cidade conta com 19 instituições de ensino superior, sendo que oito possuem instalações físicas na cidade, e o restante compreende instituições que oferecem cursos à distância. Das instituições presentes na cidade, três oferecem o curso de Engenharia Ambiental: a Universidade de Uberaba (Uniube), a Faculdade de Talentos Humanos (Facthus), ambas instituições particulares, e a Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). O primeiro curso ofertado na cidade foi o da Faculdade de Talentos Humanos. Seu início foi autorizado pelo Ministério da Educação através da Portaria Ministerial n.º 623, de 01 de março de 2005, e o nome do curso, conforme consta do relatório do sistema e-MEC é Engenharia Ambiental e Sanitária. O curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade de Uberaba (Uniube) teve início no ano de 2006. A Uniube possui dois cursos de Engenharia Ambiental cadastrados no sistema e-MEC: o curso do campus de Uberaba e o curso do campus de Uberlândia-MG; e ainda o curso à distância em Engenharia Sanitária e Ambiental. O curso da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, é o mais recente da cidade, tendo iniciado no ano de 2010, e ainda não possui turmas diplomadas.

Uberaba situa-se em uma área privilegiada, distando aproximadamente 500 Km de importantes cidades brasileiras, tais como São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG) e Brasília (DF), estando próxima também de Campo Grande (MS), Cuiabá (MT) e Goiânia (GO). Como informam Riberio et al. (2012) neste raio de 500 Km ao entorno de Uberaba estão cerca de 2.100 municípios que juntos detém mais de 70% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Segundo o projeto pedagógico do curso de Engenharia Ambiental da Facthus, Uberaba é uma das principais cidades de uma região com cerca de setenta municípios em sua área de abrangência, incluindo o Triângulo Mineiro, o Alto Paranaíba, o Noroeste Paulista e o Sudoeste Goiano. Conta com grande diversidade de empresas com atuação na agropecuária, tradicional na região, na área tecnológica e comercial. Destacam-se os setores sucroalcooleiro, alimentício, de mineração e de produção de fertilizantes agrícolas, sendo seu Parque Agroindustrial responsável por 30% da produção nacional de fertilizantes e primeiro produtor de adubos fosfatados da América Latina (RIBEIRO et al., 2012). Além disso, o município também se destaca pela produção de grãos e pela zebuínocultura (idem).

Pode-se dizer que o fato de a cidade possuir três cursos presenciais de engenharia ambiental é peculiar. Estes cursos, no entanto, abrangem uma região considerável, suprimindo suas necessidades por mão de obra especializada na área ambiental. Como informa o projeto pedagógico do curso da UFTM, existem na região escolas de Engenharia de tradição, como as instituições presentes na cidade de São Carlos-SP e de Uberlândia-MG, mas estas não conseguem suprir a demanda pela formação em Engenharia Ambiental (UFTM, 2013). No caso desta instituição, informa-se que cerca de 85% dos alunos matriculados no curso de Engenharia Ambiental são oriundos de cidades que estão a menos de 300 km de distância de Uberaba.

Fatores como este, e as características socioeconômicas mencionadas, evidenciam a viabilidade e a importância dos cursos de Engenharia Ambiental na região, uma vez que suprirão a demanda por profissionais qualificados que atuem na minimização dos impactos ambientais gerados pelas atividades do agronegócio, tradicional na região, e industriais, além de outros tipos de atividades, como o setor de construção civil. Neste contexto, o bacharel em Engenharia Ambiental trabalhará pelo desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região, garantindo o bem-estar da comunidade e a conservação dos recursos naturais. Por isso, julgamos que a importância regional destes cursos justifica o desenvolvimento desta pesquisa, que busca investigar a abordagem de importante temática ambiental da atualidade, promovendo reflexões sobre a formação destes profissionais.

1.5.1 Os cursos de engenharia ambiental da cidade

1.5.1.1 Faculdade de Talentos Humanos - Factus

O primeiro curso de Engenharia Ambiental ofertado na cidade foi o da Factus. Segundo informações do sistema e-MEC, o título conferido ao egresso do curso é o de bacharel. Seu regime é semestral, sendo oferecido no período noturno, modalidade presencial e com duração mínima de 5 anos. A carga horária mínima deste curso corresponde a 4330 horas. O atual Conceito de Curso, obtido em avaliação do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), no ano de 2010, é 4, de acordo com o referido sistema.

Segundo o projeto pedagógico do curso, seu objetivo é preparar profissionais na área da Engenharia Ambiental com conhecimentos técnico-científicos e capacidade de absorver e

desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas ambientais, com visão ética e humanística, para o atendimento às demandas da sociedade (FACUDADE DE TALENTOS HUMANOS, 2010, p.9). Os campos de atuação profissionais são aqueles dispostos na Resolução Confea n.º 447, de 22 de setembro de 2000.

1.5.1.2 Universidade de Uberaba - Uniube

Segundo informações disponibilizadas no sistema e-MEC, este curso é ofertado nos períodos noturno e integral, na modalidade presencial, e o tempo mínimo de integralização curricular é de 10 semestres. O título conferido ao egresso do curso é o de bacharel. A carga horária mínima corresponde a 5061 horas. O atual Conceito de Curso, obtido na última avaliação do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), realizada em 2012, é 4, de acordo com o sistema e-MEC.

Segundo seu projeto pedagógico, o curso tem como finalidade responder às exigências da sociedade, com o compromisso de elevar a qualidade de vida com sustentabilidade, com os seguintes objetivos:

- Formar profissionais com visão global, crítica e humanística, com potencial criativo de raciocínio, aptos a tomarem decisões em um mundo diversificado e interdependente e capazes de avaliar a dimensão das alterações ambientais causadas pelas atividades do Homem;
- qualificar profissionais em Engenharia Ambiental e Sanitária conscientes e aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira;
- estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;
- estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, além de prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;
- promover a identificação dos processos de degradação ambiental para elaboração de propostas de recuperação do ambiente, respeitando a condição social, cultural e econômica da comunidade envolvida, estimulando a adoção dos princípios da sustentabilidade;
- possibilitar a aquisição de conhecimentos técnicos suficientes para adotar procedimentos capazes de minimizar os impactos ambientais indesejáveis, qualquer que seja a escala em que ocorram (local, regional e global);
- incentivar a pesquisa e a investigação científica, visando ao desenvolvimento sustentável da ciência e da tecnologia bem como à difusão da cultura e, desse modo, desenvolver o entendimento do

homem e do meio em que vive, como componentes integrados de um mesmo sistema;

- promover a divulgação de conhecimentos técnicos, científicos e culturais - e propiciar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;
- promover a extensão, aberta à participação da comunidade, visando a difusão das conquistas e benefícios resultantes da pesquisa científica e tecnológica e da criação cultural geradas na Instituição;
- promover a divulgação de conhecimentos técnicos, científicos e culturais e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;
- suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento profissional continuado, integrando os conhecimentos adquiridos de forma crítica e criativa. (UNIUBE, 2013, p.60)

O documento informa que o campo de atuação do Engenheiro Ambiental:

Está vinculado às áreas de preservação e controle ambiental através do planejamento e gerenciamento de programas de caráter local, municipal, regional, estadual, interestadual e internacional, junto a setores que demandam um profissional com formação em Engenharia Ambiental e Sanitária, como:

- órgãos governamentais federais, como: IBAMA; ANA; Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Agricultura; Ministério do Desenvolvimento Agrário; INCRA; FUNAI; Ministério Público Federal; ANVISA;
- órgãos governamentais estaduais, como: Ministério Público Estadual; FEAM; IEF; IGAM; Secretarias Estaduais do Meio Ambiente, da Educação e da Saúde;
- órgãos governamentais municipais, como: Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Serviços Urbanos, Educação, Desenvolvimento Social, Saúde e Turismo;
- empresas de consultoria ambiental;
- centros de pesquisas em nível federal, estadual e municipal;
- Universidades, Faculdades e Centros de Ensino;
- agências de financiamento de projetos;
- empresas públicas e privadas de saneamento ambiental;
- organizações empresariais e industriais;
- Organizações Não-Governamentais – ONGs. (UNIUBE, p. 53)

1.5.1.3 Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM

O curso de engenharia ambiental da UFTM é presencial, ofertado em período integral e com regime semestral, sendo que o tempo mínimo de integralização curricular é de 10 semestres. Sua carga horária mínima é de 3925 horas. O título conferido ao egresso é o de bacharel. Tais dados estão disponíveis no sistema e-MEC.

O objetivo deste curso, segundo seu projeto pedagógico, é:

Formar engenheiros na área de engenharia ambiental, com sólida base de conhecimentos científicos, dotado de consciência ética, política, com visão crítica e global da conjuntura econômica, social, política e cultural da região onde atua. O profissional formado deverá estar apto a compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade com relação aos problemas tecnológicos, socioeconômicos, gerenciais e organizativos, utilizando racionalmente os recursos disponíveis e conservando o equilíbrio ambiental. (UFTM, 2013, p. 50)

As competências e habilidades relacionadas nos projetos pedagógicos dos três cursos são, em sua maioria, aquelas dispostas na Resolução n.º 11, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Estas habilidades podem ser resumidas em:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, físicos, químicos, biológicos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia para oferecer soluções às questões ambientais;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Desenvolver a criatividade, iniciativa e sociabilidade;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de Engenharia Ambiental;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Comunicar-se eficientemente
- Atuar em equipes multidisciplinares;
- Avaliar a viabilidade econômica de projetos
- Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissional;
- Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Além destas habilidades comuns, a Tabela 1.1 mostra as habilidades específicas descritas nos projetos pedagógicos dos três cursos.

Tabela 1.1 - Habilidades e competências específicas esperadas dos egressos dos cursos estudados

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS		
FACTHUS	UNIUBE	UFTM
Conhecer os principais aspectos jurídicos relacionados às questões ambientais	Implantar programas de conscientização da comunidade, incentivando o trabalho de pesquisa e investigação científica que contribuam para a compreensão da questão ambiental.	Adquirir conhecimentos sólidos das ciências fundamentais de base para a engenharia, das ciências ambientais e das tecnologias de controle ambiental.
	Avaliar o impacto das atividades antrópicas no contexto socioambiental e realizar ações que proporcionem a prevenção da poluição e/ou reparação da degradação ambiental garantindo uma melhor qualidade de vida à população.	Ter capacidade de diálogo técnico-científico, inclusive no que respeita aos paradigmas e aos jargões setoriais, com quem tradicionalmente atua na área ambiental, com os profissionais da geografia, da geologia, da biologia, da economia, das ciências humanas, das ciências agrárias e das ciências da saúde.
	Atuar na resolução de problemas considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.	Possuir visão crítica da política ambiental e atualizar-se no que diz respeito aos movimentos sociais que tratam da temática ambiental.
		Supervisionar e avaliar a operação e a manutenção de sistemas.
		Ter conhecimento dos fundamentos da metodologia científica.
		Ter conhecimento de recursos de informática.
		Possuir visão crítica da atuação social e política da

		engenharia.
--	--	-------------

Outros dados dos projetos pedagógicos destes cursos serão explorados na discussão dos resultados obtidos. Uma caracterização mais geral e abrangente do curso de Engenharia Ambiental será apresentada no capítulo 4. A seguir, os procedimentos metodológicos realizados ao longo da pesquisa, bem como a forma de análise e interpretação dos dados serão descritos.

2 METODOLOGIA

Expor um procedimento científico, de acordo com Pereira e Costa (2008), baseia-se em descrever os princípios fundamentais postos em prática em um trabalho de pesquisa. As autoras explicam que, conforme consideram Quivy e Campenhoudt (1995), fazer pesquisa em educação inclui um percurso constituído por um conjunto de procedimentos assentados em elementos norteadores. Estes procedimentos, segundo os autores, referem-se ao *como proceder*, excluindo-se a ideia de uma sucessão imutável de métodos e técnicas estereotipadas, uma vez que, frequentemente, o quadro estabelecido vai se ajustando ao percurso investigativo em desenvolvimento. A prática comprovou a assertiva das autoras e, de fato, nossos métodos, sem prejuízo das ideias iniciais e norteadoras do estudo, foram se ajustando às situações vivenciadas em decorrência da pesquisa. Neste capítulo descrevemos os métodos de coleta e análise de dados definidos e empregados, explicitando os percursos percorridos em nosso estudo.

De início, esclarecemos que o objetivo da pesquisa e suas especificidades nos remeteram a um estudo de natureza qualitativa. Os principais recursos definidos para se alcançar o objetivo geral do estudo foram a aplicação de um questionário qualitativo aos estudantes dos cursos investigados e a realização de entrevista com os professores das disciplinas de Climatologia destes cursos. Segundo Bogdan e Biklen (1994 apud Pereira e Costa, op. cit., p.172), a pesquisa qualitativa apresenta algumas características essenciais, destacando-se as descritas a seguir, que se aplicam adequadamente à presente pesquisa:

- a fonte de dados é o ambiente natural e o investigador assume um papel principal na recolha deles;
- é descritiva e interpretativa, os investigadores interessam-se mais pelos processos e pela sua descrição e interpretação do que pelos produtos;
- os investigadores tendem a analisar os dados de forma mais indutiva do que dedutiva. (BOGDAN E BIKLEN, 1994 apud PEREIRA E COSTA, 2008, p. 172)

A escolha pelo questionário se deu principalmente pelo fato de que este instrumento permite inquirir vários sujeitos em curto intervalo de tempo. Além do questionário, outros documentos foram importantes em diferentes etapas da pesquisa, sendo eles os projetos pedagógicos dos cursos e as ementas das disciplinas – documentos internos produzidos pelas

instituições de ensino superior investigadas; e a legislação e normas relacionadas ao curso de engenharia ambiental – documentos de origem externa às instituições.

O trabalho teve início com uma revisão de bibliografia que abarcou não somente a legislação e as normas referentes ao curso de graduação em engenharia ambiental, mas os temas de mudanças climáticas, e o ensino de geociências. Além da revisão bibliográfica, foi necessário realizar a análise dos documentos internos dos cursos investigados – os projetos político-pedagógico dos cursos de engenharia ambiental da Universidade de Uberaba, da Faculdade de Talentos Humanos e da Universidade Federal do Triângulo Mineiro.

Através dos projetos pedagógicos, analisamos as ementas das disciplinas (apenas as ementas estavam disponíveis no documento) e selecionamos aquelas cujos tópicos apresentavam relação com o tema das mudanças climáticas. Com isso, os questionários foram elaborados e aplicados aos alunos das turmas (disciplinas) selecionadas. Os roteiros para as entrevistas com os professores também foram elaborados a partir das ementas das disciplinas. Os passos que sucederam a elaboração dos questionários e entrevistas serão detalhados no item 2.1, a seguir, que mostrará como os procedimentos metodológicos e de análise dos resultados foram se ajustando à pesquisa.

A metodologia que guiou a análise dos resultados obtidos com os questionários foi a Análise Textual Discursiva. Assim como Patton (2002), acreditamos que a natureza interpretativa do questionário demandou uma abordagem indutiva; ou seja, ao invés de buscarmos padrões pré-determinados, permitimos que as ideias emergissem (PATTON, 2002 apud SHEPARDSON et al., 2008). Tanto esta abordagem indutiva quanto a análise de dados que valoriza a emergência das ideias a despeito de sua categorização em padrões pré-determinados foram possibilitados pela metodologia de análise utilizada, que será descrita no item 2.2. Os pressupostos teóricos que nortearam a discussão dos resultados serão apresentados no item 2.3.

2.1 Coleta de dados

Os principais instrumentos utilizados para coletar os dados que nos permitiriam compreender a abordagem do tema das mudanças climáticas nos cursos investigados foram a aplicação de questionários aos alunos e a realização de entrevistas com professores de Climatologia. As etapas que se sucederam desde a concepção destes instrumentos até sua aplicação serão descritas nesta seção.

2.1.1 Etapa 1: Contato com as instituições

O contato inicial com os coordenadores dos cursos de engenharia ambiental das universidades uberabenses foi realizado no mês de abril de 2013, via *e-mail*. O objetivo deste primeiro contato era agendar uma reunião com cada coordenador de curso para apresentar o projeto e solicitar anuência para o seu desenvolvimento na instituição. Com isso, o primeiro documento de que necessitaríamos seria o projeto pedagógico de cada curso, porque a partir dele analisaríamos as ementas das disciplinas e selecionaríamos aquelas para as quais aplicaríamos o questionário. Este documento só está disponível no endereço eletrônico da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM); as outras duas instituições pesquisadas não o disponibilizavam nas páginas virtuais de seus cursos.

Neste primeiro contato, obtivemos sucesso apenas na Universidade de Uberaba (Uniube). O coordenador do curso de engenharia ambiental desta instituição era também o professor da disciplina de Climatologia. Ao autorizar que a pesquisa fosse desenvolvida na universidade, o coordenador nos forneceu o projeto pedagógico do curso. Os contatos com os coordenadores das outras instituições de ensino superior (IES) foram feitos novamente no segundo semestre do ano mencionado. No caso do coordenador da Faculdade de Talentos Humanos (Facthus), o contato foi feito no mês de setembro e a reunião para apresentação do projeto aconteceu em outubro. E no caso da UFTM, que passava por alteração na coordenação do curso (um dos motivos que dificultaram o contato no primeiro semestre), a reunião aconteceu em outubro. Após estas reuniões e às autorizações dos coordenadores, os projetos pedagógicos dos cursos foram fornecidos e assim pudemos selecionar as disciplinas e elaborar

os questionários que seriam aplicados aos alunos bem como os roteiros das entrevistas com os professores.

2.1.2 Etapa 2: Escolha das disciplinas

A escolha das disciplinas baseou-se na leitura de suas ementas e na literatura. Buscamos identificar as disciplinas que se relacionam ou que potencialmente abordam temas relacionados às Mudanças Climáticas, a fim de verificar as possíveis abordagens do tema.

Diversos exemplos de estudos que tratam do tema das mudanças climáticas no âmbito de diferentes disciplinas dos cursos de engenharia ambiental, como é o caso da Análise de Riscos, do Direito Ambiental, da Gestão de Recursos Energéticos, da Valoração e Contabilidade Ambiental, da Saúde Pública e do Planejamento Urbano, áreas que compõem o currículo dos cursos de engenharia ambiental (MARTINS et al., 2010; OJIMA E MARANDOLA JR., 2010; RODRIGUES, 2012; SILVA et al., 2010; LUCENA et al.; 2009).

Algumas disciplinas guardam relações mais estreitas com o tema. Podemos citar como exemplo as disciplinas de Climatologia, Geologia Ambiental, Poluição Atmosférica, Biologia, Ecologia, Química Ambiental, Geologia Geral, Hidrologia, Recursos Hídricos e Educação Ambiental. Em seu conjunto, estas matérias fornecem conhecimentos fundamentais para a formação básica do Engenheiro Ambiental, abordando conceitos sobre o ambiente e as relações existentes entre sociedade e natureza. No caso da Química Ambiental, por exemplo, os autores Ometto e Martinelli (2008) explicam:

As trocas entre a superfície terrestre e a atmosfera são componentes cruciais nos ciclos de praticamente todos os elementos biogeoquimicamente ativos, incluindo a água, carbono, nitrogênio, metano, compostos orgânicos voláteis, entre outros. À medida que essas trocas ocorrem, as concentrações desses elementos na atmosfera são alteradas, tanto espacialmente quanto temporalmente, culminando com uma situação transiente tanto em magnitude quanto na distribuição de suas fontes e sorvedouros na superfície terrestre. Podemos, dessa forma, associar os processos que determinam mudanças nas condições climáticas às possíveis alterações na composição dos biomas e, conseqüentemente, na ciclagem dos elementos a eles associados. (Ometto e Martinelli, 2008, p.30)

Outro exemplo é a Geologia:

A geologia está em uma posição chave ao se discutir sobre as mudanças climáticas. (...) porque a geologia é a ciência que pesquisa, entre outros temas, o passado da Terra. (...) Os acontecimentos do nosso planeta foram gravados em camadas de rochas sedimentares, que são lidas e interpretadas pelos geólogos. Os processos e as mudanças geológicas relacionadas cobrem milhares, milhões ou até bilhões de anos. Por isto, é necessário se considerar uma perspectiva de tempo mais ampla quando pesquisamos diferentes ciclos, p.ex. em relação às mudanças climáticas. (EEROLA, 2003)

E o autor ainda orienta: “(...)contar sobre as mudanças climáticas do passado ao público e aos administradores pode trazer novas perspectivas ao debate atual. Isto deve ser feito por geólogos” (EEROLA, 2003, p.04). Quanto à problemática atual dos recursos hídricos, relacionada à sua disponibilidade e gestão, outra disciplina apontada anteriormente, os autores Marengo et al. (2011) ressaltam que o impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos não pode ser tratado isoladamente dos usos atuais do recurso, mas, certamente, essas mudanças poderão exacerbar e acentuar todos os problemas antes assinalados (os autores citaram problemas como intensa urbanização, aumento da demanda por água, infraestrutura precária, estresse e escassez do recurso, dentre outros). A Climatologia discute este tema ao tratar do sistema climático e de suas variações.

Enfim, inúmeros são os exemplos de pesquisas que relacionam as mudanças climáticas às diversas áreas de estudo abordadas na Engenharia Ambiental. A Tabela 2.1 apresenta as disciplinas selecionadas para a análise. As ementas de cada disciplina selecionada são apresentadas no anexo 3. Destacamos em **negrito** nas ementas os tópicos que consideramos guardar relação com o tema das mudanças climáticas.

Não foi possível aplicar os questionários em todas as disciplinas selecionadas, porque algumas delas não foram ofertadas no segundo semestre de 2013. Solicitamos aos professores a autorização para aplicar os questionários durante suas aulas e passamos à etapa de elaboração dos questionários.

Tabela 2.1 - Disciplinas selecionadas nas três instituições para aplicação do questionário

	Disciplinas selecionadas	Período	Situação
FACULDADE DE TALENTOS HUMANOS	Ecologia	5º	Não ofertada no semestre
	Geologia para Engenharia	7º	Questionário aplicado
	Hidrologia e Climatologia	8º	Questionário aplicado
	Recursos Naturais	8º	Questionário aplicado
	Poluição Atmosférica	10º	Não ofertada no semestre
	Geoquímica ambiental	7º	Questionário aplicado
UNIVERSIDADE DE UBERABA	Sistemas e métodos em solos e geotecnia I	3º	Ofertada no semestre – questionários não aplicados
	Ecologia de ecossistemas	3º	Questionários aplicados
	Climatologia	4º	Questionários aplicados
	Controle da poluição ambiental I (Ecotoxicologia)	6º	Questionários aplicados
	Controle da poluição ambiental III (Poluição Sonora e Atmosférica)	8º	Não ofertada no semestre
	Saúde pública e educação ambiental	9º	Não ofertada no semestre
	Controle da poluição ambiental IV (Monitoramento ambiental)	9º	Questionários aplicados
	Preservação, conservação e recuperação de recursos naturais IV	9º	Não ofertada no semestre
UFTM	Química analítica aplicada à engenharia ambiental	3º	Não ofertada no semestre
	Geologia geral II	4º	Questionários aplicados
	Química ambiental	4º	Questionários aplicados
	Legislação, direito ambiental e ética profissional	5º	Não ofertada no semestre
	Climatologia	6º	Questionários aplicados
	Hidrologia ambiental II	6º	Questionários aplicados

Tratamento e controle da poluição do ar	7º	Não ofertada no semestre
Geologia ambiental	8º	Questionários aplicados
Modelagem matemática de sistemas ambientais II	8º	Não ofertada no semestre
Total de disciplinas selecionadas:		13

2.1.3 Etapa 3: Elaboração dos questionários para os alunos e das entrevistas para os professores

○ Questionários para os alunos

Os questionários foram concebidos no segundo semestre do ano de 2013. Foi elaborado um questionário para cada disciplina. Desta forma, os questionários possuem tanto perguntas em comum, que atendem a determinados objetivos específicos da pesquisa, quanto perguntas relacionadas a tópicos específicos da ementa, objetivando descrever como o tema é abordado no âmbito da disciplina. O apêndice 1 apresenta todas as perguntas elaboradas para cada questionário. Foram usadas diferentes cores para representar as perguntas comuns a todos os questionários (mesma cor) e as específicas (cores diferentes), além de se indicar a disciplina para a qual a pergunta foi elaborada.

Ghiglione e Matalon (1993) informam que os tipos de questões de um questionário podem variar quanto ao conteúdo e à forma. No caso do conteúdo, podem ser questões que se direcionam aos fatos ou questões que se direcionam às opiniões, atitudes e preferências. Quanto à forma, podem ser abertas ou fechadas. Nos questionários construídos para esta pesquisa, utilizamos apenas questões abertas, possibilitando que os alunos as respondessem livremente, e, no que se refere ao conteúdo, utilizamos os dois tipos de questões identificadas pelos autores: tanto questões relativas a fatos ocorridos durante as aulas, quanto às opiniões e concepções dos alunos.

Em suma, as questões presentes nos questionários buscaram investigar quatro aspectos principais: 1) a abordagem do tema nas disciplinas; 2) as concepções dos alunos sobre o tema;

3) sua percepção a respeito das relações do tema e sua futura atuação profissional e 4) sua percepção a respeito da contribuição do conhecimento geocientífico para sua formação. As questões comuns a todos os questionários referem-se à **abordagem do tema na disciplina**, a percepção quanto à relação entre a disciplina e o tema das mudanças climáticas, sobre como foi feita a abordagem do tema pelo professor (caso ele tenha sido abordado) e sobre quais os recursos didáticos e estratégias de ensino utilizados para abordá-lo. Perguntas específicas foram elaboradas para a turma de Ecologia de Ecossistemas, da Universidade de Uberaba, e para a turma de Geologia Geral II, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Isto porque as ementas não eram diretamente relacionadas ao tema, e por isso, necessitamos de uma questão que investigasse se ele estava sendo abordado ou não. No caso das disciplinas mencionadas, os tópicos sobre os quais as perguntas se referiram foram, respectivamente, “a crise ambiental” e o “tempo geológico”.

A questão relativa às **concepções dos alunos sobre as mudanças climáticas** foi elaborada para as turmas que já haviam cursado a disciplina de Climatologia; para aquelas que a estavam cursando; e para aquelas cujos tópicos da ementa se relacionam mais diretamente com o tema, como é o caso da disciplina de Química Ambiental da UFTM. No caso da disciplina de Hidrologia Ambiental II da mesma universidade, cuja turma cursava também a disciplina de Climatologia, esta pergunta não foi feita porque sua ementa não guarda relação direta com o tema das mudanças climáticas. Questões relativas à **atuação profissional relacionada às mudanças climáticas** não foram elaboradas para as turmas que ainda não haviam cursado a disciplina de Climatologia, exceto quando a relação da ementa da disciplina e o tema das mudanças climáticas foi mais direta, o que é o caso da disciplina de Química Ambiental, e nem para aquelas cuja ementa não é diretamente relacionada ao tema (como é o caso também da disciplina de Hidrologia Ambiental II da UFTM). Foi elaborada uma questão específica para a turma de Geologia para Engenharia e de Geoquímica Ambiental da Faculdade de Talentos Humanos referente ao controle da poluição atmosférica, que é um tópico da ementa de Geoquímica Ambiental. Questões relativas à **contribuição das geociências para a formação dos alunos** foram feitas às turmas de Geologia para Engenharia e Geoquímica Ambiental, da Fachus; para a turma de Sistemas e Métodos em Solos e Geotecnia I, da Uniube, e para a turma de Geologia Ambiental da UFTM (não foram elaboradas para a turma de Geologia Geral II desta universidade porque, como já mencionamos, o questionário aplicado a esta turma focou na abordagem do tema na disciplina).

○ Entrevistas para professores

Inicialmente, foram elaborados questionários para serem aplicados também a todos os professores das disciplinas selecionadas, que continham, em média, 10 perguntas. As questões investigavam os seguintes itens: como foi a abordagem do tema realizada pelo professor; quais foram os recursos didáticos utilizados na abordagem; como os alunos são avaliados; como o professor considera a percepção dos alunos a respeito do tema; quais atividades extracurriculares ou complementares envolvendo o tema (iniciação científica, projeto de extensão universitária, atividades interdisciplinares, o incentivo às atividades de pesquisa, aulas de campo, etc.) foram realizadas; qual a concepção do professor a respeito do tema, e se ele considera o tema como uma possível área de atuação dos futuros engenheiros ambientais.

Os questionários foram enviados aos professores via e-mail, após a aplicação dos questionários dos alunos. Entretanto, apenas dois professores o responderam (professores de Ecotoxicologia e de Ecologia de Ecossistemas, ambos da Uniube), o que levou à nova modificação do cronograma do projeto. Definimos, diante desta dificuldade, a realização de entrevistas apenas com os professores de Climatologia, porque as turmas desta disciplina, nas três instituições, haviam respondido os questionários e porque o tema fez parte do conteúdo programático destes professores, havendo atividades específicas sobre o mesmo, conforme informado pelos alunos (debates e seminários). Na escolha da entrevista como técnica de inquérito, concordamos com as autoras Pereira e Costa (2008), que a consideram um procedimento adequado para se compreender, em alguma profundidade, elementos relevantes do objeto de estudo, sendo possível fazê-lo com um número não muito elevado de sujeitos – no caso da presente pesquisa, com três professores de Climatologia. Os roteiros das entrevistas se basearam nos questionários inicialmente elaborados, e investigaram os mesmos itens descritos no início deste tópico. Tais roteiros foram semiestruturados, com questões abertas que possibilitaram que os entrevistados exprimissem suas próprias perspectivas, recorrendo a linguagem, conceitos e quadro de referência familiares (BOGDAN e BIKLEN, 1994; QUIVY e CAMPENHOUDT, 1995 apud PEREIRA e COSTA, 2008), e de caráter flexível, o que possibilitou o esclarecimento ou a complementação de algumas questões para melhor compreensão das ideias dos professores.

As entrevistas foram realizadas no primeiro semestre do ano de 2014. Os encontros foram agendados diretamente com os professores e aconteceram de acordo com sua

disponibilidade. Os entrevistados demonstraram sua concordância em participar da pesquisa e da entrevista através do termo de consentimento apresentado no anexo 4.4. As entrevistas foram gravadas em áudio e transcritas; as transcrições são apresentadas nos anexos 4.1, 4.2 e 4.3. Os nomes dos professores foram preservados e foram referidos através da letra “P”, seguida de um número (1, 2 e 3, para o professor da Factus, o professor da Uniube e a professora da UFTM, respectivamente).

Na ocasião da entrevista, o professor P1 já não trabalhava mais na Factus. Quando da aplicação do questionário aos alunos de sua turma, o professor lecionava na Factus e na Uniube. Quando foi entrevistado, porém, o professor estava lecionando apenas na Uniube. A entrevista com o professor P2 também foi realizada na Uniube, e este professor também havia deixado de lecionar a disciplina de Climatologia no curso de Engenharia Ambiental. A professora P3 foi entrevistada na sala de professores da UFTM. As entrevistas duraram, em média, 15 minutos.

2.1.4 Etapa 4: Aplicação dos questionários aos alunos

Definimos que a aplicação dos questionários ocorreria no final do semestre do ano de 2013, porque neste período os alunos já teriam integralizado toda a ementa da disciplina. Solicitamos de cada professor um intervalo de cerca de 35 minutos de suas aulas para que o questionário pudesse ser respondido pelos alunos. Nas turmas de Geologia para Engenharia e Hidrologia e Climatologia da Factus, os professores cederam o tempo no dia das avaliações finais, antes da prova, e nas turmas de Monitoramento Ambiental e Ecotoxicologia da Uniube os questionários foram entregues aos alunos após as avaliações. Na Factus a aplicação ocorreu na última semana do mês de novembro de 2013. A Tabela 2.2 mostra a quantidade de alunos nas turmas, a quantidade de alunos que responderam aos questionários e o total de questionários respondidos. No caso da Factus, a turma de Geologia para Engenharia e de Geoquímica Ambiental era a mesma. O mesmo ocorreu com as turmas de Hidrologia e Climatologia e de Recursos Naturais. Por este motivo, ao invés de elaborarmos quatro questionários diferentes, foram elaborados dois, um para cada par de turmas coincidentes. Quanto à Uniube, os questionários foram aplicados entre a última semana do mês de novembro e a primeira do mês de dezembro de 2013.

Apenas na UFTM os questionários não puderam ser aplicados no último mês de aula porque o cronograma do semestre estava alterado nesta instituição devido a um período em que seus colaboradores estiveram em greve. Os questionários foram aplicados no início do mês de janeiro de 2014, sendo que o semestre se encerraria na última semana do mês de fevereiro.

A aplicação do questionário em todas as turmas contou com a presença da pesquisadora, que não realizou nenhum comentário acerca de seu conteúdo, apenas instruções sobre seu preenchimento, que não estavam presentes no questionário.

Tabela 2.2 - Quantidade de questionários respondidos por turma e instituição

	Turmas	Quantidade de alunos na turma	Quantidade de alunos que responderam
Facthus	Geologia para Engenharia	15	9
	Hidrologia e Climatologia	15	8
	Recursos Naturais	15	8
	Geoquímica ambiental	15	9
<i>Total de questionários respondidos na Facthus:</i>			17
Unube	Ecologia de ecossistemas	12	4
	Climatologia	35	23
	Controle da poluição ambiental I (Ecotoxicologia)*	13	5
	Controle da poluição ambiental IV (Monitoramento ambiental)*	35	14
<i>Total de questionários respondidos na Unube:</i>			46
UFTM	Geologia geral	44	42
	Climatologia e Meteorologia	43	25
	Química ambiental	20	11
	Hidrologia ambiental	32	24
	Geologia ambiental	24	20
<i>Total de questionários respondidos na UFTM:</i>			122
TOTAL GERAL:			185

*O currículo da Unube passou por alteração; os nomes entre parênteses indicam a denominação utilizada antes da alteração – e por vezes utilizada neste trabalho, por melhor identificar a disciplina. No caso destas disciplinas, a alteração se deu apenas no nome, o conteúdo programático é equivalente. Ao longo das análises apresentadas no próximo capítulo, mencionar-se-á os nomes que estão entre parênteses.

2.2 Análise das respostas obtidas: A Análise Textual Discursiva (ATD)

Descreveremos, nesta seção, a metodologia utilizada para a análise das respostas obtidas através da aplicação dos questionários aos alunos das instituições investigadas. Como informamos em outras seções, utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD), que pode ser considerada como uma análise textual qualitativa, voltada à produção de compreensões aprofundadas e criativas (MORAES E GALIAZZI, 2007) sobre o fenômeno em estudo. Guiamo-nos principalmente pelo trabalho de Moraes e Galiuzzi (2007); pelos trabalhos de Moraes (2003) e Moraes e Galiuzzi (2006); além do estudo de Melo (2012), em que a autora também utiliza esta metodologia para analisar questionários qualitativos aplicados a estudantes universitários.

Em linhas gerais, sobre os procedimentos levados a efeito a partir de nosso procedimento analítico, iniciamos pela leitura denominada flutuante (FRANCO, 2003), que busca coletar informações do “*corpus*” da análise, isto é, os documentos a serem analisados: os questionários. Após isso, parte-se para as etapas da ATD, que, segundo Moraes e Galiuzzi (2006; 2007), são a unitarização, a categorização e a comunicação. Os autores explicam que a primeira etapa consiste na desconstrução do texto. Examina-se os materiais em seus detalhes, a fim de se identificar unidades constituintes, denominadas unidades de análise ou de significado. Cada unidade constituirá um elemento de significado do “*corpus*”. O apêndice 2 apresenta todas as unidades de sentido definidas a partir das repostas, organizadas por turma e por instituição. O apêndice também mostra as categorias emergentes das unidades de sentido, o que corresponde à segunda etapa da análise – a categorização. Este é um processo de constante comparação entre as unidades definidas para reunir elementos semelhantes, definir e nomear categorias. Moraes e Galiuzzi (2007) explicam que as categorias definidas a partir da ATD podem ser, principalmente, de dois tipos: as categorias definidas *a priori* e as categorias *emergentes*. Os autores explicam que no processo de categorização *a priori*, ou fechado, as categorias são predeterminadas, tendo sua origem em alguma teoria em que se fundamenta a pesquisa. O processo de produção de categorias emergentes, ou aberto, tem fundamentos indutivos, sendo que as categorias não são previstas antes da análise, mas são construídas a partir dos dados obtidos da pesquisa. Seu processo de construção parte de categorias mais específicas para as mais gerais e amplas. Em nosso processo de categorização, demos preferência à emergência das categorias a partir das análises e da unitarização. As categorias

emergentes correspondem à síntese dos elementos que mais se destacam nos fenômenos investigados, constituindo, assim, pontes para a realização de inferências dos textos aos contextos, dos materiais analisados aos fenômenos pesquisados – a concretização destas inferências se dará na forma de metatextos que expressam as compreensões atingidas, de natureza descritiva e interpretativa (MORAES E GALIAZZI, 2007). Segundo Melo (2012), quando definidas as categorias se inicia um momento de explicitação dos argumentos parciais, buscando um argumento aglutinador do todo. A autora informa que com isto é possível construir as relações ou uma “costura” das categorias, contribuindo para a produção do metatexto. “O metatexto resultante deste processo representa um esforço em explicar a compreensão que se apresenta como produto de uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores” (MORAES E GALIAZZI, 2007, p. 191). O metatexto é portanto, a comunicação dos resultados da análise. Esta comunicação se efetiva por meio da descrição e da interpretação, e, de acordo com Melo (2012, p.10), é a expressão das principais ideias emergentes das análises e dos argumentos construídos pelo pesquisador, não constituindo, assim, uma expressão objetiva dos conteúdos de análise, mas as construções e interpretações pessoais do pesquisador.

Em cada etapa do processo analítico, procuramos observar as recomendações de Moraes e Galiuzzi (2006; 2007). Os autores orientam que durante a primeira etapa se observe os seguintes aspectos:

- A *desconstrução excessiva do “corpus”*: a fragmentação necessita ter como referência o todo;
- A *validade das unidades construídas* em relação aos fenômenos investigados: as unidades de sentido devem ter relação com os temas estudados, sendo capazes de contribuir para a sua compreensão;
- A *contextualização* das unidades: implica que se considere permanentemente o contexto a que a pesquisa se refere;
- Os *critérios de recorte/desconstrução dos textos*: no caso deste trabalho, são critérios semânticos;

- A *profundidade das leituras*: diferencia-se a leitura do manifesto – a leitura do que é diretamente posto – e a leitura do latente – a que vai além da transcrição, evidenciando sentidos latentes;
- A *codificação* das unidades de sentido: pelo elevado número de questionários respondidos, identificamos os textos originais, ou seja, cada resposta obtida, ao invés de identificarmos cada unidade de sentido contidas nas respostas. Cada resposta foi identificada com um código composto por letras, números e símbolo. A(s) primeira(s) letra(s) indica(m) a instituição (“F” para Factus; “U” para Uniube e “UF” para UFTM). A(s) próxima(s) letra(s) indica(m) a disciplina (“G” para geoquímica ambiental/geologia para engenharia; “H” para hidrologia e climatologia/recursos naturais da Factus e para hidrologia da UFTM; “C” para climatologia; “M” para monitoramento ambiental; “GA” para geologia ambiental; “Q” para química ambiental; “GG” para geologia geral; “ET” para ecotoxicologia e “EL” para ecologia). O próximo número, seguido de ponto de final, indica o número da questão (1,2,3,4,5 ou 6), e os números que aparecem após o ponto final indicam a numeração de cada questionário respondido. Quanto aos respondentes, foram mencionados como “aluno(s)” ou “estudante(s)”, sem explicitar/distinguir gênero. Identificamos também os professores entrevistados, com o código “P1” para o docente da Factus; “P2” para o docente da Uniube e “P3” para o docente da UFTM.
- A *amplitude* das unidades de sentido: a amplitude das unidades definidas em nossa análise é da ordem das frases, devido à natureza dos textos analisados.

Durante a segunda etapa do processo analítico, Moraes e Galiuzzi (2007) também orientam que as categorias necessitam estar relacionadas ao *contexto* e coerentes com os *objetivos* da pesquisa, o que é importante para a construção de categorias *válidas*. Em nossa análise, buscamos considerar o contexto e os discursos relativos ao tema em estudo. Além disso, as categorias definidas a partir do processo de unitarização se direcionam ao atendimento dos objetivos específicos da pesquisa.

Outros aspectos importantes a serem considerados no processo de categorização são o que os autores chamam de atributos das categorias. São eles:

- A *homogeneidade*: remete à importância de se organizar as categorias a partir de um único critério ou princípio de classificação;

- A *amplitude e precisão*: as categorias podem ser mais precisas, de menor amplitude, ou mais amplas, de menor precisão. As categorias definidas em nosso processo de classificação têm característica mais ampla;
- A *exaustividade*: exige que se inclua no sistema de categorias construído todos os materiais pertinentes ao estudo. Todas as respostas foram analisadas e unitarizadas, atendendo ao critério da exaustividade, mas isso não significa que todas as informações presentes nelas foram categorizadas, apenas aquelas pertinentes aos objetivos da pesquisa.

Sobre a terceira etapa da ATD, os autores informam que a primeira etapa da produção do metatexto é a descrição. A descrição apresenta os elementos que emergem dos textos analisados, representados pelas diferentes categorias construídas ao longo da análise. Eles alertam, entretanto, para o fato de que a descrição, de algum modo, é uma interpretação; mas esta interpretação se aproxima mais da realidade examinada. A interpretação propriamente dita, por sua vez, encaminha para uma leitura teórica mais aprofundada, em que se estabelece pontes entre as descrições e as teorias em que a pesquisa se baseia.

A etapa de comunicação dos resultados do estudo deve, também, ter *validade*, que pode ser construída a partir das interlocuções empíricas, especialmente importantes no momento descritivo. Quanto ao momento interpretativo, informam que as interlocuções teóricas – os diálogos com teóricos que tratam dos mesmos temas – são mais apropriadas, e caracterizam o momento propriamente interpretativo dos metatextos. Ao longo de nossa comunicação de resultados, utilizamos tanto interlocuções empíricas quanto teóricas.

2.3 A estrutura do trabalho e os pressupostos teóricos de análise e interpretação

Este trabalho estrutura-se da seguinte forma: inicialmente, apresentaremos um capítulo que discorrerá sobre as mudanças climáticas e a controvérsia relacionada. O capítulo seguinte será dedicado à engenharia ambiental. Abordaremos um pouco da história do curso e de seu surgimento no Brasil. Caracterizaremos sua estrutura curricular, os campos de atuação profissional e o perfil esperado do egresso, a partir das disposições de normas pertinentes ao curso e de outras fontes de informação. No capítulo 5 os resultados obtidos a partir da análise das respostas dos alunos serão apresentados. O capítulo conterá cinco itens, cada um relacionado a um aspecto investigado através dos questionários. No último capítulo as considerações finais serão expostas.

De forma geral, a análise se baseou no aporte teórico fornecido pelo conhecimento geocientífico. Consideramos que o ambiente deve ser entendido sob uma visão integrada e sistêmica, especialmente por profissionais que atuam na área e cujo trabalho se dá com vistas na promoção do desenvolvimento sustentável. As bases metodológicas e epistemológicas da Geologia favorecem o tratamento sistêmico de temas ambientais, e, neste sentido, situa-se também a relevante contribuição desta ciência ao entendimento da problemática do clima global.

Assim, procuramos destacar se os alunos são capazes de formular raciocínios que considerem o planeta como um sistema, ou se as relações construídas por eles são simplistas, apresentando linearmente causas e efeitos. Analisar as respostas segundo a “lente” das geociências foi pertinente, pois esta abordagem oferece os fundamentos básicos para a compreensão do mundo físico em que vivemos (COMPIANI E GONÇALVES, 1996), o que consideramos fundamental para a formação de engenheiros ambientais, dada as características desta profissão, e dados os perfis profissionais que as instituições investigadas buscam formar ao final do curso.

Ao analisar as concepções dos alunos sobre o tema, consideramos, ainda, os seguintes pressupostos:

- O sistema climático compõe-se do ar, água, gelo, terra e vegetação - e das interações entre eles, e evolui sob influência de sua própria dinâmica interna (variações da circulação atmosférica e oceânica) e de forçantes radioativas externas (consideradas

como naturais, como as erupções vulcânicas e a variação da energia solar; e as antrópicas, como mudanças na composição atmosférica e do uso da terra) (OLIVEIRA, 2008). Considerando-se, então, o conhecimento disponível sobre o sistema climático e suas mudanças, buscamos observar, especialmente a respeito das concepções dos alunos sobre o tema, a quais forçantes climáticas eles se referem e se predominou a referência a alguma delas.

- Mudanças do clima global têm ocorrido ao longo do tempo geológico. A noção de tempo geológico, não obstante sua importância para o entendimento do tema das mudanças climáticas, é, muitas vezes, de difícil compreensão, já que trata de escalas de tempo da ordem de bilhões, milhões, milhares de anos. Segundo Eerola (2003), “as mudanças de curto prazo, com a duração de dias, semanas, meses, anos, décadas, ou até séculos, são somente picos de menor importância dentro de períodos mais longos do tempo geológico”. Bonito et al. (2011, p. 84) reconhecem que “a abordagem do conceito de tempo e o reconhecimento da sua imensidão são fundamentais para enriquecer um pensamento que permita compreender o impacto que têm os imperceptíveis e lentos processos, ao nível das mudanças profundas”. Pedrinaci (1996 apud BACCI E MARTINS, 2013) aponta para a importância do conceito do tempo geológico para superar a visão estática e imediatista frequente dos alunos e passar a uma visão dinâmica e mobilista. Neste sentido, também buscamos observar se em suas respostas acerca de sua concepção sobre o tema, os alunos abordariam noções sobre o Tempo Geológico.

Explicitados os percursos percorridos ao longo da pesquisa, em termos metodológicos, passaremos, a seguir, à apresentação do referencial bibliográfico no qual esta pesquisa se baseou.

3 A CONTROVERSA QUESTÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Como explica Onça (2011), ao discorrer sobre o histórico da preocupação com o clima, a questão climática vem sendo amplamente discutida, com registros remontando à antiguidade, passando pela colonização da América do Norte, ao estabelecimento dos serviços meteorológicos nacionais no século XIX e aos primeiros esforços de cooperação internacional, até o desenvolvimento tecnológico pós-Segunda Guerra Mundial e a realização de conferências internacionais dedicadas à discussão do tema. A autora explica que, em 1988, o aumento da temperatura que vinha sendo sentido desde meados da década de 1970 foi atribuído ao aquecimento global antropogênico. Reconhecendo a ameaça do aquecimento global, a Organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente estabeleceram, antes do final deste ano, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para avaliar as informações científicas, técnicas e socioeconômicas sobre o assunto. Segundo a autora, em 1988 o aquecimento global antropogênico se firmava como uma das questões ambientais da atualidade, apontando também que o movimento ambientalista o tomava como sua principal bandeira. Em 1990, a assembleia geral das Nações Unidas criou um comitê intergovernamental encarregado de elaborar a Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change*), projeto submetido à assinatura de 154 países em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ONÇA, 2011). A Conferência das Partes foi designada como o órgão supremo da Convenção, que já está em sua 21ª edição, que ocorrerá em Paris, na França, em dezembro de 2015. Também em 1990 o primeiro relatório de avaliação do IPCC foi lançado, seguido de mais quatro relatórios nos anos de 1996, 2001, 2007 e 2013. Elaboramos duas tabelas que expõem alguns dos resultados comunicados através do Sumário Técnico do 5º Relatório do IPCC, lançado em 2013. As tabelas são apresentadas no anexo 1.

Nos dias atuais, a discussão acerca da questão climática deixa de ser exclusiva aos pensadores e cientistas, e atinge diversas esferas sociais – desde a esfera acadêmica, à política e à civil. O Brasil, por exemplo, signatário da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, comprometeu-se a reduzir as emissões antrópicas de gás carbônico em conformidade com as exigências da convenção. Assumir este compromisso demandou o

estabelecimento de instrumentos específicos em diferentes níveis institucionais. Estes instrumentos foram previstos na Política Nacional sobre Mudança do Clima (artigos 6º e 7º).

Estabilizar os níveis de gás carbônico na atmosfera, a fim de que se evite o aumento da temperatura superficial do planeta, é hoje um relevante objetivo a ser alcançado pelos governos, e uma das principais discussões ambientais. A mudança climática global desencadeada pela influência antrópica no meio ambiente configura-se em significativo objeto de pesquisas e estudos, além de existir uma estrutura de cooperação internacional já bem estabelecida, dedicada ao estudo, discussão e tomada de decisões com relação ao tema. Não obstante, neste cenário, existem cientistas cujos estudos apontam a impossibilidade de a ação humana desencadear uma mudança de magnitude global no sistema climático, contrariando a considerada “grande maioria” de estudiosos do clima – os cientistas céticos, como mencionado no capítulo 1. Por este motivo, a questão climática, além de ser uma das questões ambientais mais relevantes dos dias atuais, é também considerada uma controvérsia científica.

Nos itens seguintes, apresentaremos resumidamente conceitos da ciência do sistema climático, com base na literatura, importantes para que melhor se compreenda o tema, independente da questão da controvérsia quanto à influência antrópica no sistema. Especificamente, abordaremos as influências sofridas pelo sistema climático global. Iniciaremos explanando sobre a energia solar incidente no planeta e o balanço desta energia, para, em seguida, apresentarmos os fatores terrestres, astronômicos e extraterrestres a influenciarem o clima global. Mais adiante, apresentaremos, ainda, algumas das principais ideias discutidas pelos cientistas “céticos”, para que também melhor se compreenda “o outro lado da questão”.

3.1 Considerações sobre as influências sofridas pelo sistema climático global

3.1.1 A energia solar incidente

O principal fator a influenciar o sistema climático global é a energia solar. O fluxo que chega ao topo da atmosfera, a radiação de ondas curtas (ROC), é, em média, 342 W/m^2 (Watts por metro quadrado) sendo que, deste total, 30% é refletido de volta para o espaço, o que se deve ao albedo planetário, e 70% é absorvido, aquecendo a superfície, que reemite calor (radiação infravermelha), com comprimento de onda que se encontra na faixa espectral denominada radiação de ondas longas (ROL) (OLIVEIRA; MOLION, 2011). A reflexão ocorre nas nuvens e aerossóis, na ordem de 77 W/m^2 , e em determinadas áreas da superfície, como os campos nevados e, em menor medida, os desertos (30 W/m^2). Do total de radiação absorvida, três quartos são absorvidos pela superfície (168 W/m^2) e um quarto pelas nuvens e vapor d'água da atmosfera (67 W/m^2), que a absorve e reirradia para o espaço (OLIVEIRA, 2011, 2012). Uma vez que a Terra mantém uma temperatura de aproximadamente 14°C , mesmo recebendo continuamente a energia do Sol, ela deve irradiar (radiação de onda longa) a mesma quantidade de energia que absorve. Para emitir a quantidade de calor absorvida pelo planeta, a superfície deve ter uma temperatura em torno de -19°C , um valor muito abaixo da temperatura da superfície terrestre (ONÇA, 2011, p.72). Isso não acontece devido à presença de gases conhecidos como gases de efeito estufa que absorvem a radiação de onda longa e a reemite para a superfície, mantendo sua temperatura. Este é o chamado efeito estufa, e daí se depreende que não se trata de um fenômeno que acontece apenas na atualidade. Oliveira (2011) explica que há fundamentalmente três maneiras de alterar o balanço radioativo da Terra, modificando sua temperatura de equilíbrio. A primeira corresponde em variar a energia solar incidente por alterações na órbita ou no Sol. A segunda é a variação da fração refletida, o albedo terrestre, por meio de mudanças na cobertura de nuvens, pela presença de aerossóis atmosféricos, etc., e a terceira seria variar a radiação infravermelha emitida pela Terra pela variação no teor dos gases de efeito estufa.

3.1.2 Fatores terrestres

Os gases de efeito estufa

A atmosfera é composta predominantemente por nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e Argônio (Ar). A proporção destes gases, de acordo com Oliveira (2011), corresponde a 99% da composição da atmosfera. Contém outros gases, em pequenas quantidades, medidas em partes por milhão em volume (ppmv) e partes por bilhão em volume (ppbv), como o gás carbônico (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), o ozônio (O_3) e o vapor d'água, que, por serem capazes de absorver a radiação de ondas longas – a radiação infravermelha – são denominados gases de efeito estufa (GEE).

Oliveira (op.cit.) explica que o gás carbônico, o metano e o óxido nitroso são denominados GEE de longa vida, porque permanecem na atmosfera por algumas décadas. O vapor d'água é o mais poderoso GEE, porém sua concentração é variável e dependente da temperatura. O ozônio age como importante GEE na troposfera, mas, na estratosfera, sua presença contribui para reduzir a quantidade de radiação solar que chega à Terra, uma vez que sua síntese consome radiação ultravioleta. A autora informa também que outros gases de efeito estufa são encontrados na atmosfera, tais como o dióxido de enxofre e o monóxido de carbono – que possuem concentração variável e, por isso, influenciam pouco o clima – além dos clorofluorcarbonos.

Uma vez que o gás carbônico proveniente das atividades antrópicas tem sido um dos principais responsabilizados pelo incremento no efeito estufa, provocando aumento na temperatura superficial terrestre, abordaremos resumidamente o seu ciclo e seu papel na atmosfera primitiva da Terra, a partir das explicações de Oliveira (2012).

- *O ciclo do carbono*

O carbono é reciclado, continuamente entre a atmosfera, a biosfera e a litosfera. Enquanto as plantas retiram CO_2 da atmosfera, através da fotossíntese, e emitem O_2 ; os animais respiram O_2 e emitem CO_2 , e as bactérias decompõem animais e plantas devolvendo o CO_2 para a atmosfera. Oliveira (2012) destaca que o “ciclo orgânico do carbono” ocorre em uma escala de tempo compatível com a experiência humana.

Entretanto, considerando uma escala temporal de longa duração, houve desbalanceamento entre produção e consumo de CO_2 , uma vez que uma parte de matéria orgânica foi soterrada nos solos e nos sedimentos oceânicos, escapando à degradação e fazendo sobrar O_2 na atmosfera, que se acumulou ao longo de milhões de anos. Este processo é responsável pela atmosfera oxigenada que se tem atualmente (OLIVEIRA, 2012).

Outro processo importante do ciclo do carbono, em escala de longa duração, é o ciclo do carbonato-silicato. Por meio deste processo, o CO_2 é incorporado nas rochas a partir da atmosfera, através da precipitação do carbonato de cálcio nos oceanos, sendo posteriormente devolvido à atmosfera pelo vulcanismo. A retirada do CO_2 da atmosfera se dá pela sua dissolução nas águas da chuva, produzindo ácido carbônico, que ataca as rochas silicáticas, configurando o intemperismo. Os produtos do intemperismo são transportados pelos rios e chegam aos oceanos, onde se recombina com o carbonato de cálcio, formando as conchas dos organismos do plâncton marinho. Quando estes morrem, as conchas afundam e a parte que não se dissolve se acumula no fundo oceânico, formando rochas calcárias. A dinâmica crustal, que cria e destrói os fundos oceânicos, se encarregará de fazer a rocha carbonática voltar ao manto terrestre, onde reagirá com a sílica, e regenerará os silicatos de cálcio e magnésio, emitindo CO_2 , em um processo denominado metamorfismo. O CO_2 é emitido novamente à atmosfera pelos vulcões, completando o ciclo, que opera em uma escala de tempo de milhões de anos (OLIVEIRA, 2012, p.108-111).

Com relação a este ciclo, Oliveira (2012) explica ainda o papel do CO_2 na estabilização do clima terrestre em escalas temporais de milhões de anos. A resposta do ciclo do carbono será sempre oposta à perturbação inicial, no sentido de restaurar a situação. Por isso, o CO_2 funciona como retroalimentação (mecanismo do qual se falará adiante) negativa. Quando a temperatura da Terra sobe, ocorre aumento da precipitação, o que intensifica o intemperismo. Com a consequente remoção de mais gás carbônico da atmosfera, o efeito estufa diminui e a

temperatura cai. Quando o clima esfria, o ciclo da água se torna mais lento, eficiência do intemperismo diminui e menos CO₂ é retirado da atmosfera. Assim, o efeito estufa é intensificado e a temperatura aumenta.

A autora exemplifica a retroalimentação negativa do CO₂ no ciclo carbonato-silicato nas ocasiões em que ocorreram glaciações globais, eventos conhecidos como “Terra Bola de Neve” (*Snowball Earth*). Evidências geológicas indicam que a Terra passou por pelo menos duas glaciações deste tipo, que teriam ocorrido há 730 e 610 milhões de anos. Durante a glaciação, o intemperismo dos continentes deve ter cessado inteiramente, e o CO₂ emitido pelos vulcões deve ter se acumulado na atmosfera. Assim, após alguns milhões de anos, o efeito estufa tornou-se tão intenso que foi capaz de fundir o gelo, levando à completa deglaciação (OLIVEIRA, 2012). As evidências deste processo são os depósitos glaciais distribuídos pelos antigos continentes, cobertos por rochas carbonáticas, que não são comuns nos ambientes glaciais. Essa cobertura indica que as rochas carbonáticas se formaram logo após os depósitos glaciais, uma vez que, com o aumento da temperatura, causado pelo efeito estufa intenso, o intemperismo foi retomado e continuou até que o excesso de CO₂ atmosférico fosse removido pela precipitação dos carbonatos. Isto ocorreu em superposição às rochas glaciais, explicando esta característica de evidências geológicas desses eventos de glaciação global. (OLIVEIRA, op. cit.).

- *A energia solar nos primórdios da história da Terra*

Oliveira (ibid.) também discute o possível papel do CO₂ na manutenção da temperatura na Terra primitiva. A autora conta que a quantidade de energia irradiada pelo Sol atualmente é 30% maior do que na época de sua formação. Nessas condições, a temperatura terrestre teria sido de cerca de -7°C. No entanto, há evidências de que a Terra teve condições para a existência de água líquida ao longo de toda a sua história. Este paradoxo teria resposta na possibilidade de a Terra primitiva ter tido uma atmosfera carregada de gases de efeito estufa que a teriam mantido aquecida (Kasting, 2010 apud Oliveira, 2012). A autora aponta o CO₂ como o principal gás de efeito estufa a cumprir esse papel, considerando que sua quantidade deveria ser maior que a atual, devido ao vulcanismo. Mas ressalva que os modelos quantitativos mostram que apenas o CO₂ não seria suficiente para manter a Terra aquecida a ponto de preservar a água líquida, devendo ter havido associação de outro gás de efeito estufa

para cumprir esse papel. Há a probabilidade de este gás ter sido o metano, cuja provável fonte seriam os organismos metanogênicos, uma das formas de vida mais primitivas. E, explica que, assim como o CO₂, o metano na atmosfera também está sujeito a um mecanismo de retroalimentação negativa de efeito estabilizador, pois, a partir de certo nível de concentração do gás na atmosfera, forma-se uma bruma que absorve e reirradia a luz solar, o que esfria o planeta. Com a diminuição da temperatura, porém, o ambiente se torna menos confortável aos organismos metanogênicos, o que acarreta a diminuição da produção de metano e ao desaparecimento da bruma em torno do planeta. Assim, o metano teria contribuído para manter a Terra aquecida durante a primeira metade de sua história, com sua quantidade regulada pela retroalimentação negativa da bruma de antiefeito estufa (OLIVEIRA, 2012, p. 113).

Mudanças no uso da terra

Oliveira (2011) explica que o albedo médio da Terra, em torno de 30%, pode variar de 90% a menos de 5%, dependendo da refletividade da superfície considerada. De acordo com Onça (2011), as mudanças no uso da terra em vastas áreas podem gerar mudanças em escala regional, citando como mais importante a substituição de florestas por pastos e campos agrícolas, especialmente na faixa tropical do globo. A autora explica que as mudanças no uso da terra afetam também a emissividade, fluxos de umidade, proporção entre calor sensível e calor latente e a rugosidade do terreno, processos que podem afetar a temperatura do ar, a umidade, a precipitação e a velocidade do vento.

No contexto brasileiro, Carmo e Nunes (2008) explicam que o uso do solo e sua mudança contribuem substancialmente para as emissões de gases de efeito estufa. Para os autores, o fator mais importante é a queima da Floresta Amazônica e a produção de soja, considerada pelos autores como uma das causas da contribuição brasileira ao aquecimento global.

Aerossóis

A atmosfera é composta predominantemente por gases, mas também contém matéria sólida e líquida em forma de partículas, as quais se distinguem de acordo com seu tamanho,

composição química, quantidade de água e velocidade da queda. De acordo com estas características, têm-se as partículas aerossóis atmosféricas, as partículas de nuvem e os hidrometeoros. Estas partículas influenciam a transferência de energia radiante, e a distribuição espacial de calor latente na atmosfera, e podem interagir com a radiação solar através da absorção e da dispersão, e, em menor medida, com a radiação terrestre, através da absorção, dispersão e emissão. Podem servir como núcleo de condensação de nuvens e núcleo de gelo, e são de origem natural ou antropogênica (STOCKER et al., 2013).

Segundo o IPCC (STOCKER et al.2013) ainda existem incertezas substanciais na avaliação de tendências de longo prazo sobre propriedades globais de aerossóis, o que é devido às dificuldades de medição, à falta de observação de parâmetros importantes, à sua alta variabilidade espacial e temporal, e aos relativamente poucos registros observacionais existentes. Onça (2011) diz que é mais difícil identificar as fontes de aerossóis e atribuir-lhes responsabilidades por seus efeitos sobre o clima, comparativamente ao estudo dos gases de efeito estufa, pois muitas espécies de aerossóis não são emitidas de um único tipo de fonte, sendo formados na atmosfera a partir de substâncias precursoras. Alguns são constituídos de partículas cujas propriedades físicas variam muito e, como seus tempos de residência e efeitos radiativos dependem dessas propriedades, isto dificulta a indicação de um valor único para seu forçamento. Diferentes espécies de aerossóis frequentemente combinam-se para formar partículas com propriedades óticas e tempos de residência diferentes de seus componentes originais. Além disso, as nuvens afetam os aerossóis de maneira muito complexa, através da limpeza, adição de massa e formação de novos aerossóis nas proximidades ou em seu interior. A autora cita alguns dos tipos mais importantes de aerossóis, sendo eles a poeira mineral, o sal marinho, o material particulado industrial, os compostos de carbono, os aerossóis biogênicos, os sulfatos e os nitratos. Oliveira (2011) explica que os aerossóis refletem mais do que absorvem radiação solar e por isso contribuem para o resfriamento do planeta.

Vulcanismo

Considera-se que os vulcões desempenham um papel importante sobre o clima terrestre. Anteriormente, vimos que são parte do ciclo do carbono, em longa escala de tempo, por transferirem CO₂ da litosfera para a atmosfera. São também lançadores de aerossóis, o que contribui para o resfriamento do clima. Um exemplo é o do Vulcão Pinatubo, nas Filipinas,

cuja atividade, em 1991, abaixou 0,5 a 0,6°C da temperatura média da superfície terrestre durante dois anos (MARUYAMA, 2009, p.47).

Modos de variabilidade climática

Molion (2011), ao explicar sobre processos físicos internos ao sistema terra-atmosfera-oceano que influenciam o clima, aponta a variação da circulação atmosférica, associada à variação da temperatura de superfície do mar. O autor discorre sobre a variabilidade climática de curto prazo causada pelos eventos El Niño Oscilação Sul (ENOS), e a variabilidade oceânica de prazo mais longo, da ordem de décadas, como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), e de milênios, como a Circulação Oceânica Profunda. A compreensão acerca dos padrões de variabilidade exibidos pela circulação atmosfera global, de suas teleconexões e mudanças de comportamento é fundamental para a compreensão da variabilidade climática em nível regional, que está associada a secas, enchentes, ondas de calor e frio e outras mudanças que podem impactar a agricultura, a pesca, os corpos hídricos, a qualidade do ar, a oferta e a demanda de energia e a saúde humana (IPCC, 2007 apud MOLION, 2011).

Os eventos ENOS são fenômenos combinados entre a atmosfera e o oceano. O El Niño envolve o aquecimento das águas superficiais do Pacífico tropical, da região próxima à Linha Internacional da Data até a costa ocidental da América do Sul, enfraquecendo o gradiente de temperaturas das águas do Pacífico equatorial, com mudanças associadas na circulação oceânica e nos ventos alísios, na circulação e precipitação tropicais. Ocorrem em intervalos de três a sete anos, e alternam com as fases opostas de temperaturas abaixo da média no Pacífico tropical oriental – os eventos La Niña. As mudanças associadas a estes eventos desencadeiam respostas tropicais (IPCC, 2007 apud MOLION, 2011). Como exemplo de sua influência no clima terrestre, em nível regional, Molion (2011) aponta o El Niño de 1997-1998, considerado o evento mais intenso do século passado, que produziu uma anomalia de temperatura do ar global de cerca de 0,8°C (acima de 1°C no Hemisfério Norte), enquanto o La Niña de 1984-1985 causou um resfriamento de -0,5°C, segundo Christy e Spencer (2003).

A configuração das temperaturas da superfície do Oceano Pacífico (TSM) varia também em prazos mais longos, sendo denominadas de Oscilação Decadal do Pacífico. Esses eventos persistem por 20 a 30 anos e apresentam duas fases. A fase fria é caracterizada por anomalias negativas da TSM no Pacífico Tropical, e simultaneamente, anomalias de temperaturas de

superfície do mar (TSM) positivas no Pacífico Extratropical em ambos os hemisférios. A fase quente apresenta configuração contrária, com anomalias de TSM positivas no Pacífico Tropical e negativas no Pacífico Extratropical (MOLION, 2005). Molion (2011) afirma que os efeitos das variações das trocas de calor entre oceano e atmosfera produzidas por eventos de maior escala temporal ainda não foram quantificados com a precisão necessária. Porém, ressalta algumas coincidências observadas entre as fases da ODP e as temperaturas globais. Entre essas coincidências estão o resfriamento do clima global observado durante o período de 1947 a 1976, quando a ODP estava em sua fase fria, e o aquecimento observado entre 1977 a 1998 que, para o autor, pode estar relacionado à fase quente da ODP. O autor também explana sobre o vulcanismo, as variações de radiação solar e o efeito de raios cósmicos que atingem a atmosfera e aumentam a nebulosidade, o que se abordará mais adiante.

Quanto à variabilidade atmosférica/oceânica, Onça (2011) cita ainda os padrões Pacífico-América do Norte (PNA) e Pacífico-América do Sul (PSA), a Oscilação do Atlântico Norte (NAO), o Modo Anular do Sul (SAM) e a Oscilação Multidecadal do Atlântico (AMO).

Tectônica de placas

O sistema climático é influenciado por fatores da geometria orbital do planeta, como veremos adiante. Zachos et al. (2001) explicam, porém, que os ritmos climáticos associados a estes fatores orbitais oscilam também em torno de uma média climática que está constantemente flutuando em resposta a mudanças graduais nas principais condições de contorno da Terra, incluindo a geografia e a topografia continental, a batimetria e os locais de abertura oceânica, e as concentrações de gases de efeito estufa. Os autores informam que estas condições são amplamente controladas pela tectônica de placas e assim tendem a mudar gradualmente e, na maior parte, unidirecionalmente, em escalas de milhões de anos. Citando alguns exemplos de mudanças deste tipo, os autores comentam suas consequências para o sistema climático:

“Some of the more consequential changes in boundary conditions over the last 65 My include: North Atlantic rift volcanism, opening and widening of the two Antarctic gateways, Tasmanian and Drake Passages; collision of India with Asia and subsequent uplift of the Himalayas and Tibetan Plateau; uplift of Panama and closure of the Central American Seaway; and a sharp decline in pCO₂. Each of these tectonically driven events triggered a major

shift in the dynamics of the global climate system. Moreover, in altering the primary boundary conditions and/or mean climate state, some or all of these events have altered system sensitivity to orbital forcing, thereby increasing the potential complexity and diversity of the climate spectrum". (ZACHOS et al., 2001, p. 686)

Mecanismos de retroalimentação

Todos os componentes do sistema climático estão interligados, de modo que mudanças em alguns deles repercutem em componentes específicos ou na totalidade do sistema. Essa repercussão pode amplificar ou reduzir a tendência inicial. Quando amplificam são chamadas de retroalimentação positiva, e quando diminuem, são denominadas retroalimentação negativa (ONÇA, 2011).

Já foram abordados os exemplos do CO₂ e do CH₄ na atmosfera, em escalas de maior duração, mas mencionaremos outros importantes exemplos deste mecanismo, discutidos por Oliveira (2011). O vapor d'água funciona como um mecanismo de retroalimentação positivo: se o clima esfria, a pressão de saturação do vapor cai e sua concentração decresce, o que resulta em menor efeito estufa e mais resfriamento. Se o clima aquece, a concentração aumenta, o que amplifica o efeito estufa e, conseqüentemente, o aquecimento. O albedo terrestre é outro exemplo de retroalimentação positiva, uma vez que quando a temperatura cresce, o gelo próximo dos polos funde e terra ou oceano tomam seu lugar. Como ambos têm menor albedo, absorvem mais radiação solar, causando mais aquecimento, aumentando o degelo e alimentando o processo. As nuvens, por sua vez, podem causar mecanismos positivos ou negativos, pois podem refletir a radiação emitida pelo Sol, ou absorver a radiação emitida pela Terra, mas o conhecimento seguro sobre o balanço dos efeitos das nuvens sobre o sistema climático ainda não existe.

3.1.3 Fatores astronômicos

Zachos et al. (2001) explicam que, através de estudos de registros sedimentares tornou-se cada vez mais evidente que durante grande parte dos últimos 65 milhões de anos o sistema climático terrestre tenha experimentado mudança contínua, variando entre períodos extremos de calor, quando os polos se apresentavam totalmente livres de gelo, a condições extremas de

frio, em que, além das calotas polares, os continentes também apresentavam extensos glaciares. Os autores explicam que estas mudanças não são inesperadas, visto que as forças primárias que determinam o clima a longo prazo - a geometria orbital da Terra e a tectônica de placas - estão em movimento perpétuo. Muitas das mudanças climáticas de maior frequência são geradas por oscilações periódica ou *quasi*-periódicas nos parâmetros orbitais terrestres de excentricidade, obliquidade e precessão, que afetam a distribuição e a quantidade de energia solar incidente. Enquanto a excentricidade afeta o clima por modular a amplitude da precessão, o que influencia no balanço total anual/sazonal de energia solar, a obliquidade altera a distribuição de insolação latitudinal. Uma vez que esses parâmetros variam em tempos distintos, que se mantêm estáveis por dezenas de milhões de anos, eles fornecem constantes e, portanto, previsíveis ritmos climáticos (ZACHOS et al., 2001, p.686).

Para melhor compreensão de cada parâmetro, descreveremos algumas das explicações de Ruddiman (2008). A Terra gira em torno de um eixo que passa através de seus polos. Este eixo é inclinado, formando um ângulo de $23,5^\circ$ com relação à linha perpendicular ao plano de sua órbita, e é chamado de obliquidade ou inclinação da Terra. A causa das estações, dos solstícios, e da mudança na duração dos dias e do ângulo da radiação solar incidente é a posição mutável da Terra (inclinada) com relação ao Sol. Durante cada revolução anual em torno do Sol, a Terra mantém constante a direção de sua inclinação. A direção da inclinação do globo configura a precessão: quando os hemisférios sul ou norte estão inclinados em direção ao Sol, recebem mais radiação durante o verão; quando a inclinação os deixam mais afastados do Sol, recebem menos radiação no inverno. Mas, nos dois casos, a obliquidade se mantém a $23,5^\circ$ (RUDDIMAN, 2008). A distância entre a Terra e o Sol, por sua vez, muda de acordo com a posição do planeta em sua órbita elíptica, e estas mudanças afetam a quantidade de radiação solar recebida pelo planeta. A distância em que a Terra mais se aproxima do Sol denomina-se periélio, e a posição mais distante é chamada de afélio. Em média, a Terra se encontra a 155,5 milhões de quilômetros do Sol, mas esta distância varia entre 153 milhões de quilômetros no periélio e 158 milhões no afélio, o que equivale a uma variação de pouco mais de 3% em torno do valor médio (RUDDIMAN, op. cit., p. 120-121). A órbita terrestre pode ser mais ou menos excêntrica, e isto determina o parâmetro da excentricidade.

Os parâmetros orbitais oscilam periodicamente em escalas de tempo de longa duração. As mudanças na excentricidade da órbita terrestre podem variar entre 0 e 0,06, segundo uma periodicidade de aproximadamente 100.000 anos, com ciclos maiores de cerca de 400.000

anos. As variações na obliquidade do eixo de inclinação da Terra, entre 21,5° e 24,5°, apresentam periodicidade de 41.000 anos. Quanto à precessão, que influencia a época em que ocorrem os solstícios e equinócios em cada hemisfério, assim como a direção em que o eixo da Terra aponta, varia em um ciclo de 23.000 (ONÇA, 2011, p. 102-103). Onça (op. cit.) explica que teorias envolvendo mudanças nos parâmetros orbitais do planeta foram refinadas, nas primeiras décadas do século XX, pelo matemático sérvio Milutin Milankovitch, que, segundo Oliveira (2011), foi o primeiro a observar que a quantidade e a distribuição de energia que a Terra recebe do Sol variam sistematicamente com o tempo. Assim, os ciclos dos parâmetros orbitais descritos são conhecidos como Ciclos de Milankovitch.

Onça (op. cit., p.105) explica que a teoria de Milankovitch foi bem aceita até a década de 1950, quando datação de radiocarbono mostrou alguma discrepância entre as curvas de quantidade de radiação recebida previstas e os períodos glaciais observados, o que fez com que a teoria fosse praticamente esquecida. A teoria vem sendo retomada nas últimas décadas, mas sua importância não é a mesma para todos os cientistas, que consideram que as mudanças no recebimento e distribuição de energia envolvida nos ciclos não são grandes o suficiente para terem produzido os ciclos de períodos glaciais e interglaciais. Na escala de um século, em que se consideram as possíveis mudanças climáticas antropogênicas, Oliveira (2011) afirma que se pode considerar que a energia solar recebida pela Terra permanece praticamente inalterada pela mudança dos parâmetros orbitais, e aponta que para daqui a 30 mil anos, a teoria astronômica prevê um resfriamento global, que dará início a uma nova era glacial. Tzedakis et al. (2012) apontam incertezas em torno de uma iminente glaciação, devidas à amplitude moderada das variações na insolação como resultado da baixa excentricidade orbital. Foi proposto que em períodos de fraca excentricidade e precessão, a obliquidade é o principal parâmetro astronômico a causar mudanças no volume de gelo, o que estende a duração do interglacial em aproximadamente metade de um ciclo da obliquidade (aproximadamente 21.000 anos). Considerando esta visão, os autores informam que o início da próxima glaciação ocorreria próximo ao mínimo da obliquidade, a 10.000 a partir do momento atual.

3.1.4 Fatores extraterrestres

Manchas solares

A energia solar que chega à superfície terrestre varia em decorrência da quantidade de manchas solares. Existem evidências de flutuação no número de manchas solares que seguem ciclos de onze anos, o que produz uma variação de na insolação de 0,1% (OLIVEIRA, 2011). A irradiação aumenta com o número de manchas solares porque, embora as manchas escureçam a superfície do Sol, como esclarece a autora, as áreas mais luminosas que se formam ao redor delas superam este efeito. Assim, mais energia é irradiada, o que provoca aumento na formação do ozônio, aquecendo a estratosfera.

3.2 Alguns contrapontos às ideias dominantes

Sobre as temperaturas

Onça (2011) levanta algumas questões referentes às medições da temperatura de diferentes partes do globo. Ela relata o trabalho de alguns autores que ao realizar as medições através de estações meteorológicas desconsideraram o efeito da ilha de calor urbano (Jones, 1990; Peterson, 2003). A autora cita Watts (2010), que avaliou, entre os anos de 2007 e 2009, a localização, as condições e os dados obtidos por 865 das 1221 estações meteorológicas de superfície nos Estados Unidos, supervisionadas pelo *National Weather Service*. O autor define os critérios de confiabilidade das estações a partir das orientações do *Climate Reference Network Site Information Handbook* da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), que estabelece que o local ideal para a instalação de uma estação de superfície seja “uma área aberta relativamente grande e plana, com vegetação local baixa, de modo que a visão do céu seja desobstruída em todas as direções, exceto em baixos ângulos de altitude acima do horizonte”. São descritas também cinco classes de estações definidas em função de sua localização, sendo que a Classe 1 é a mais confiável e a Classe 5, menos confiável. Os resultados do estudo mostraram que, do total de estações inspecionadas, 3% foram consideradas de classe 1; 8% de classe 2; 20% de classe 3; 58% de classe 4 e 11% de classe 5. Segundo a autora, considerando que “somente as estações das classes 1 e 2 são consideradas

confiáveis, 89% das estações meteorológicas de superfície do conjunto mais confiável do mundo não são confiáveis, pela própria definição da NOAA” (ONÇA, 2011, p. 262).

Molion (2011) também discute a questão do efeito de ilha de calor nas proximidades de estações meteorológicas e considera impossível retirar este efeito das séries de temperatura urbana. O autor analisa o gráfico de desvios da temperatura do ar do planeta, com relação à média do período 1961-1990, desde 1850 até a primeira década do século XXI. O gráfico deixa nítido o resfriamento global, de cerca de 0,2°C, ocorrido entre 1947 e 1976, e o aquecimento observado a partir do ano de 1977. O autor argumenta que este aquecimento pode ter sido resultante da urbanização em torno das estações climatométricas e, dessa forma, seria um aquecimento local e não global. Além disso, o autor ainda destaca que tais períodos de resfriamento/aquecimento podem estar relacionados às fases fria e quente, respectivamente, da Oscilação Decadal do Pacífico.

Sobre o efeito estufa

Onça (2011) questiona o mecanismo do efeito estufa a partir das considerações de Essex e McKittrick (2007). Segundo estes autores, as estufas não funcionam como o efeito estufa. As temperaturas mais elevadas em seu interior são decorrentes da cobertura da estufa, mas sua atuação consiste mais em minimizar o movimento do ar do que em bloquear a saída da radiação termal: a função da estufa é bloquear a perda de energia por dinâmica de fluidos. De maneira diferente da estufa, no planeta Terra a perda de energia por radiação termal é bloqueada, enquanto que a dinâmica de fluidos – as circulações atmosférica e oceânica – permanece. Assim, para os autores, descrever a atmosfera como uma estufa é suprimir incertezas inerentes à dinâmica de fluidos. Eles explicam que para aumentar a saída de energia da superfície pela dinâmica de fluidos não é necessária uma elevação da temperatura; as taxas de fluxos não são governadas por variáveis como temperatura, pressão e umidade, mas por gradientes e diferenças nas variáveis termodinâmicas. Além disso, a dinâmica dos fluidos adiciona aerossóis e vapor d’água à atmosfera, que afetam a radiação termal e a chegada de radiação solar à superfície, devido à formação das nuvens.

Outro ponto referente ao efeito estufa discutido pela autora, é a tese de que, em sua ausência, a temperatura média terrestre seria de -18°C. Ela explica que este valor foi calculado por Arrhenius em 1906, que, seguindo a lei de Stefan-Boltzmann, extraiu a raiz

quarta da temperatura da Terra como se ela fosse um ponto adimensional, sem superfície. Gerlich e Tschuschner (2007) indicam que o cálculo correto seria determinar a raiz quarta de cada temperatura e integrá-las. Considerando o albedo de 30%, obtém-se, por meio deste cálculo, a temperatura (sem efeito estufa) de -129°C . Os autores esclarecem que cada ponto da superfície tem propriedades únicas, por isso a intensidade da radiação local deve ser determinada a partir da temperatura local, e não se determinar uma temperatura global a partir de uma radiação global (GERLICH e TSCHEUSCHNER, 2007, p.64-65, apud ONÇA, 2011, p.269-270)

Maruyama (2009) também faz apontamentos referentes ao efeito estufa, especialmente sobre o papel do CO_2 neste efeito. O autor questiona se o aumento da temperatura é provocado pelo aumento de CO_2 atmosférico ou se ocorre o contrário. E informa que, segundo sua interpretação, o aumento do CO_2 é atribuído ao aumento da temperatura. E esclarece que a grande quantidade de CO_2 dissolvido na água oceânica, que se estende por 70% da superfície terrestre, escapa para a atmosfera quando a temperatura aumenta. O autor justifica seu argumento apresentando um gráfico de curvas da variação das temperaturas médias e dos teores de CO_2 no Havaí, com medições realizadas entre 1958 e 1988. Neste registro, embora haja uma correspondência entre as curvas de temperatura e de teor de CO_2 , que descrevem traçados semelhantes, o autor chama a atenção para uma pequena defasagem entre as curvas, em que se pode perceber que a temperatura sobe e depois do pico ocorre o aumento do CO_2 . Toniolo e Carneiro (2010) também abordaram essa discussão. Eles citam os autores Oelkner e Cole (2008), que ressaltam que o problema do conteúdo de CO_2 atmosférico e o aquecimento global não é livre de controvérsias; e assinalam a conhecida solubilidade retrógrada de CO_2 na água do mar: o aumento de temperatura diminui a quantidade de CO_2 que os oceanos são capazes de reter. Isso é consistente com a possibilidade de que o aumento no CO_2 atmosférico suceda ao aquecimento global e, portanto, não seja a causa do fenômeno, mas sua consequência. Assim, com o aumento de temperatura, o CO_2 se exsolvolve da água do mar, aumentando a proporção de CO_2 na atmosfera, o que significa o aumento de temperatura do ar e derretimento de geleiras, calotas polares e geleiras de altitude. E complementam, explicando o mecanismo de aquecimento global e derretimento de geleiras deflagrar nova era glacial, pois, à medida que as geleiras se fundem, a salinidade da água do mar diminui, o que “reduziria dramaticamente a circulação oceânica profunda”, causando redução da velocidade de correntes como a do Golfo, que transporta “água quente do Golfo do México para o norte da Inglaterra e Noruega”, resfriando,

consequentemente, “o Atlântico Norte” (Oelkner e Cole, 2008, McManus *et al.*, 2004, *apud* Toniolo e Carneiro, 2010, p.37-38).

Molion (2011) discutiu a questão do efeito estufa a partir de um ponto de vista distinto. Apesar de o IPCC afirmar que o gás carbônico é o principal gás antropogênico e que sua concentração de 379 ppmv em 2005 foi a maior ocorrida nos últimos 650 mil anos, o autor cita Hieb e Hieb (2006), que não concordam com estas afirmações. Para estes autores, mais de 97% das emissões de gás carbônico são naturais, cabendo ao ser humano menos de 3%, total que seria responsável por uma minúscula fração do efeito estufa atual, algo em torno de 0,12%. Molion (op. cit.) destaca que no quarto relatório de avaliação do IPCC, utilizaram-se as concentrações medidas em Mauna Loa, cuja série foi iniciada por Kelling no Ano Geofísico Internacional (1957-1958). A série foi estendida para os últimos 420 mil anos, com o uso das estimativas de concentração de gás carbônico obtidas das análises da composição química das bolhas de ar aprisionadas nos cilindros de gelo retirados da Estação de Vostok, na Antártica. Molion (op. cit.) menciona o gráfico elaborado por Petit et al. (1999), que mostra a evolução das temperaturas e das concentrações de CO₂ obtida através dos cilindros de gelo de Vostok, e evidencia quatro picos de temperatura, que representam os períodos interglaciais, com duração de 10 mil a 12 mil anos, separando os períodos glaciais, cuja duração é de cerca de 100 mil anos. O autor analisa que as temperaturas dos interglaciais parecem ter sido mais quentes do que as do presente interglacial, enquanto que as concentrações de CO₂ correspondentes a estes interglaciais pretéritos foram inferiores a 300 ppmv. Uma vez que a concentração atual ultrapassou 300 ppmv, poder-se-ia concluir que as concentrações de CO₂ não foram responsáveis pelas altas temperaturas dos interglaciais do passado. O autor argumenta que, ou existiram outras causas físicas diferentes da intensificação do efeito estufa pelo CO₂, ou as concentrações deste gás nas bolhas de gelo tendem a ser subestimadas, não representando a realidade de quando foram aprisionadas.

Outro aspecto discutido pelo autor é o fato de que utilizar apenas a série de Mauna Loa deixa a impressão de que as concentrações de CO₂ não eram medidas antes de 1957. No entanto, o autor cita o trabalho de Beck (2007), que catalogou mais de 90 mil medições diretas de CO₂, obtidas entre 1812 e 2004, por vários cientistas. Molion (2011) apresenta um gráfico adaptado deste trabalho e afirma ser aparente que a concentração de CO₂ ultrapassou o valor de 379 ppmv várias vezes ao longo do século passado, particularmente no período de 1040-1942, contrariando a afirmação do IPCC de que a concentração de 379 ppmv tenha sido

a maior em 650 mil anos. Além disso, assim como as discussões apresentadas anteriormente, o autor observa ainda, no gráfico, que se notam concentrações mais elevadas de CO₂ com o aumento da temperatura média global, ocorrido entre 1925-1946, seguidas de concentrações menores, obtidas no início dos registros de Mauna Loa, quando o clima já passava por um resfriamento entre 1947-1976, concluindo que há evidências de que primeiro ocorre o aumento da temperatura do ar e depois o das concentrações de CO₂ (MOLION, 2011, p. 65-66).

O paradoxo da escuridão solar

Sobre o “paradoxo da escuridão solar”, concernente ao fato de a superfície primitiva terrestre não haver congelado quando a atividade solar era menos intensa, o que se atribui ao CO₂ e ao metano, como abordado no item 3.2.1.2, Maruyama (2011) destaca a conclusão de Henrik Svensmark, que realizou um levantamento das mudanças dos raios cósmicos ao longo do tempo. A emissão abundante de raios cósmicos ocorre quando as estrelas “nascem” ou “morrem”, com o fenômeno da explosão estelar. Já ocorreram três desses fenômenos: a primeira vez corresponde à época da origem da Terra; a segunda aconteceu há 2,3 bilhões de anos, e a terceira, há 800 ou 600 milhões de anos. Quando a emissão de raios cósmicos é intensa, forma-se nuvem que bloqueia a radiação solar. Svensmark explicou que entre as explosões estelares de 4,6 (a primeira) e de 2,3 bilhões de anos ocorreu um intervalo de tempo quase sem raios cósmicos. Assim, o pesquisador concluiu que mesmo com a energia solar fraca, havia poucas nuvens que obliterassem os raios solares, devido à ausência de raios cósmicos. Por isso, a Terra não passou pelo congelamento (MARUYAMA, 2011, p. 49-51).

O campo magnético terrestre e os raios cósmicos

Maruyama (2009) explica a influência do campo magnético terrestre, que se acredita ser gerado por correntes de convecção de elétrons do núcleo externo do planeta, na formação de nebulosidade. O campo magnético desempenha o papel de barreira de proteção aos seres vivos contra raios ultravioleta, raios cósmicos e plasmas solares. Quando sua intensidade é forte, devido ao fortalecimento da corrente de convecção no núcleo externo, os raios cósmicos e plasmas solares não conseguem penetrar na atmosfera, mas, se, ao contrário, houver enfraquecimento da corrente e, conseqüentemente, do campo geomagnético, a incidência dos

raios aumentará e, com isso, será maior a nebulosidade. Isto se dá porque os raios cósmicos desempenham o papel de núcleo de condensação de um sólido em suspensão na atmosfera ou a um corpúsculo líquido formado pelo vapor d'água condensado em gotícula, que dará origem à nuvem (MARUYAMA, op.cit.). Assim, se aumenta a nebulosidade, a temperatura superficial diminui.

Os modelos climáticos computacionais

De acordo com o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PMBC (2013), a capacidade de modelar o sistema climático global é um grande desafio para a comunidade científica, sendo fatores limitantes a representação ainda incompleta de processos como o balanço de carbono global e regional, o papel dos aerossóis no balanço de energia global, a representação dos ciclos biogeoquímicos e fatores antrópicos como desmatamento e queimadas (as nuvens também são importantes fontes de incerteza nos modelos climáticos). Por outro lado, ainda que sejam usados os mesmos cenários de emissões, diferentes modelos produzem diferentes projeções das mudanças climáticas, constituindo assim outra fonte de incerteza, a qual pode ser minimizada através da aplicação de conjuntos de simulações (*ensembles*) de modelos globais e regionais.

Molion (2011, p. 67-72) após mencionar alguns elementos climáticos difíceis de serem considerados nos modelos de clima global, como as nuvens, os aerossóis, o papel do ciclo hidrológico como termostato do sistema terra-atmosfera e o transporte de calor sensível pelas correntes oceânicas, afirma que é necessário admitir que os modelos utilizados atualmente sejam uma representação simples da complexa interação entre os processos físicos diretos e os de *feedback* que controlam o clima do globo. Ele ressalva que os modelos precisam ter seus resultados validados e que as previsões por eles feitas podem estar superestimadas e, assim, a hipótese do efeito estufa intensificado pode não ter fundamento sólido, já que os resultados de modelos são um dos argumentos básicos utilizado em defesa do aquecimento global antropogênico.

Exemplos da variabilidade climática natural

Maruyama (2009) cita o trabalho de Junkichi Nemoto, que infere que o aumento da temperatura se relaciona com a intensidade da atividade solar. Nemoto compilou as temperaturas médias medidas no Havaí, de 1960 a 1990, e as relacionou com as frequências relativas às manchas solares, no mesmo período, constatando a correspondência entre os dois fenômenos. O estudo mostrou que houve um aumento da atividade solar no período analisado e, dessa forma, o autor afirma que uma das causas do aquecimento observado se deve à maior energia solar que atingiu a Terra.

Häkkinen e Rhines (2004 apud MOLION, 2011) observaram que a corrente do Golfo do México, que transporta calor para o Atlântico Norte, regiões da Inglaterra, Escandinávia, Groenlândia e Ártico, voltou a ficar mais ativa na metade da década de 1990. Com maior transporte de calor, aumentam as TSM e os ventos de oeste retiram mais calor do Atlântico Norte e o transportam para a Europa ocidental, onde se encontram muitos termômetros, o que indica um aquecimento local e não global. Outro estudo citado por Molion (op. cit.) é o de Lockwood e Fröhlich (2007), em que se afirmou que a variação da constante solar, que em média corresponde a 1368 Wm^{-2} , pode chegar a 4 Wm^{-2} entre um máximo e um mínimo solar. Considerando o albedo planetário de 30%, 70% dessas variações ($1,9$ a $2,8 \text{ Wm}^{-2}$) chegariam à superfície, o que é superior ao efeito de aquecimento climático de todos os gases antropogênicos liberados pelo homem nos últimos 150 anos; a falta de conhecimento atual, porém, não permite conclusões definitivas de que haja influência da variação da produção de energia do Sol no clima, embora o IPCC a considere não significativa (MOLION, 2011, p. 72-74).

Ao analisar as observações de temperatura no Brasil, Nobre (2001) afirma que as análises indicam pequeno aumento das temperaturas do ar à superfície durante o século XX. Sobre as precipitações pluviométricas, não há indicação clara de mudança e o que se observa é variabilidade climática nas escalas interanual e interdecadal. A variabilidade interanual está relacionada a variações nas interações dos oceanos tropicais com a atmosfera, sendo o exemplo mais conhecido o fenômeno de aquecimento (El Niño) e resfriamento (La Niña) das águas do Oceano Pacífico Equatorial (NOBRE, 2001, p.240)

Sobre eventos extremos: furacões

Bjorn (2008) discutiu a intensificação de furacões em decorrência do aquecimento global. Sua argumentação se fundamentou nas perspectivas do valor econômico dos danos causados por furacões. Para introduzir sua discussão, identificou três pontos, considerados importantes, constantes da declaração de consenso da Organização Meteorológica Mundial (OMM), proveniente do *International Workshop on Tropical Cyclones*, de 2006. O primeiro deles é a afirmação de que embora haja indícios tanto a favor quanto contra a existência de um fator antropogênico detectável no registro climático de ciclones tropicais até hoje, nenhuma conclusão definitiva é possível a esse respeito. Assim, as declarações de que o homem vem provocando furacões mais fortes e mais frequentes não têm fundamento sólido, segundo o autor. O segundo ponto diz que nenhum ciclone tropical isolado pode ser diretamente atribuído à mudança climática, e o terceiro afirma que o recente aumento do impacto dos ciclones tropicais foi, em grande parte, causado pela crescente concentração da população e da infraestrutura em regiões costeiras. E sobre este ponto se baseiam os apontamentos do autor que destaca os argumentos de que os furacões do passado não causaram tantos impactos como os atuais. Ele lembra que, assim como estabelece o consenso da OMM, atualmente os impactos são maiores porque mais pessoas, com maior número de bens, residem em áreas vulneráveis. E conclui que a adoção de políticas sociais, melhor do que a de políticas climáticas radicais, como mapeamento da vulnerabilidade; planos de evacuação; educação comunitária; prestação de assistência; estabelecimento de normas relativas às áreas vulneráveis; o aperfeiçoamento dos códigos de construção e das previsões meteorológicas; a melhor conservação da infraestrutura de proteção e a redução da degradação ambiental, seria uma possibilidade de atenuação de danos causados por furacões.

A questão dos eventos extremos nos remeteu à um fenômeno que pode também ser considerado extremo, ou, ao menos, atípico, ocorrido recentemente, e que é amplamente atribuído, tanto por estudiosos quanto pelas mídias e pela sociedade em geral, ao aquecimento global antropogênico. Referimo-nos à escassez hídrica que atingiu a região Sudeste, nos anos de 2014 e 2015. O pesquisador Carlos Afonso Nobre, em entrevista ao jornal Folha de São Paulo, datada de 26 de janeiro de 2015, ao ser questionado sobre uma possível relação entre a estiagem e o aquecimento global, e sobre as chances de que tenha sido uma coincidência que a seca ocorresse quando o ano de 2014 foi considerado pela Nasa (*National Aeronautics and Space Administration*) e pela NOAA como o ano mais quente já registrado (desde 1860),

respondeu que é difícil atribuir um extremo climático, como as secas do Sudeste, ao aquecimento global. Ele fala sobre a necessidade de estudos com modelos climáticos globais complexos, além de ser preciso estabelecer quais são os mecanismos físicos envolvidos, e considera que esta seja uma tarefa cientificamente desafiadora (NOBRE, 2015). Em outra entrevista, concedida ao Jornal da Unicamp, na edição n.º 623 (27 de abril a 10 de maio de 2015), o pesquisador explicou que não se pode afirmar categoricamente que a seca (“possivelmente a maior em 100 anos”, segundo suas palavras) não teria ocorrido se o planeta não tivesse aquecido. O posicionamento de Nobre é similar às considerações de Bjorn (2008) ao enfatizar a dificuldade em se atribuir eventos climáticos extremos ao aquecimento global antropocêntrico, dada a complexidade dos fatores e estudos envolvidos.

Outras preocupações...

Maruyama (2009) questiona o porquê de muitas pessoas acompanharem a teoria do aquecimento global, considerando que isto é devido às pessoas se preocuparem com os problemas de energia, como o esgotamento do petróleo, e de meio ambiente, como a poluição da atmosfera e da água. Para o autor, as pessoas não devem se deixar impressionar apenas com a questão do CO₂, e supõe que esta preocupação está relacionada ao fenômeno da ilha de calor. O autor (op. cit., p. 92) considera que, a despeito de se realizar medidas contra o esfriamento ou contra o aquecimento, as mais urgentes e necessárias são aquelas contra a poluição da água e da atmosfera, sem esquecer a distinção entre aquecimento e poluição química do ambiente.

Bjorn (2008) diz que há “um bocado de medo, terror e desastre sendo alardeado por aí”, e que, em face disso, é necessário partir para um diálogo sobre políticas, mais sensato e baseado em fatos, uma vez que o objetivo não é apenas cortar as emissões de carbono, mas fazer o melhor possível para os indivíduos e o meio ambiente (ibid., p.119). O autor diz que a mudança climática é um problema, mas “definitivamente, não é o fim do mundo” (op. cit.). Para o autor, não se pode falar apenas do CO₂ quando abordamos a maneira de enfrentar a mudança climática, mas trazer ao diálogo ponderações tanto a respeito das emissões de carbono, quanto a respeito de economia, em prol dos seres humanos e do ambiente. E citando Tol (2007), afirma que cortes profundos nas emissões só acontecerão se tecnologias energéticas alternativas estiverem disponíveis a preços razoáveis.

A partir de todas as considerações apresentadas neste capítulo, e pensando especificamente no papel do engenheiro ambiental, consideramos que os profissionais devem trabalhar pelo desenvolvimento sustentável, que resulta em melhores condições de vida. É preciso compreender o funcionamento dos sistemas naturais, para o bom desenvolvimento da profissão, e especificamente do sistema climático, compreendendo que suas tendências se definem para muito além de uma escala de curto prazo. Essa compreensão pode contribuir para a formação do engenheiro e posterior atuação profissional.

Para tanto, é necessário compreender os processos de uma forma integrada, com uma visão da totalidade do espaço e do tempo. Entendemos, particularmente, que a busca pela sustentabilidade tange a questão do controle da emissão de gases mencionados neste capítulo, porque, antes de ser um problema global, é um problema local de qualidade ambiental. As incertezas quanto às causas do aquecimento que se observa na superfície terrestre são muitas e acreditamos que os profissionais devem desempenhar suas funções objetivando o desenvolvimento econômico e social aliado à conservação de recursos naturais, imprescindíveis para a vida. E destacamos a importância do conhecimento sobre os processos climáticos para entender suas tendências e comportamento. E, no que diz respeito às pesquisas em que se considera o aquecimento global antropogêncio uma realidade, não podemos deixar de reconhecer que este é um campo de atuação para profissionais que concordam com este posicionamento.

4 ENGENHARIA AMBIENTAL: A PREOCUPAÇÃO AMBIENTAL E A INTERDISCIPLINARIDADE NA ÁREA TECNOLÓGICA

O presente capítulo apresenta o curso de engenharia ambiental, tanto em termos de organização curricular quanto dos campos de atuação profissional, e apontar as relações entre as áreas de estudo relativas ao curso e o tema das mudanças climáticas.

4.1 O surgimento do curso de Engenharia Ambiental

Buscamos caracterizar os cursos de engenharia ambiental quanto à sua organização curricular, às competências e campos de atuação profissional do egresso e informações concernentes ao histórico do surgimento desta modalidade da Engenharia, no Brasil e no mundo. Nesta busca pelo histórico do curso, encontramos autores como Buescher Jr. (s.d), Leonard (2001), Bengtson (2010) e Maczulak (2010), que relacionam a profissão à Engenharia Sanitária, considerando esta sua precursora. Alguns deles afirmam ser a Engenharia Ambiental uma das mais antigas profissões do mundo, relacionando-a às realizações humanas, desde tempos remotos, no campo do saneamento e da qualidade da água para distribuição e consumo. Assim, as raízes mais profundas atribuídas à engenharia ambiental, de acordo com estes autores, se relacionam à uma Engenharia Sanitária primitiva, limitada ao contexto histórico e social das diferentes civilizações, e que, naturalmente, evoluiu, acompanhando a evolução da ciência e da tecnologia ao longo do tempo.

Leonard (2001) considera que a Engenharia Ambiental tem existido lado a lado à engenharia civil por mais de cinco milênios, enquanto que Bengtson (2010) explica que a Engenharia Sanitária, focada na distribuição e tratamento de água e na coleta e tratamento de efluentes, emergiu como um campo específico da Engenharia Civil em meados do século XIX, quando a importância do tratamento da água potável e dos efluentes foi reconhecida. Buescher Jr. (s.d) afirma que nesta época a construção de aquedutos ganhou destaque nos Estados Unidos devido às demandas das crescentes comunidades por água. Daí surgiu também a preocupação pela qualidade da água para consumo. Em Londres, de acordo com Vesilind e Morgan (2013), à época dos anos 1890, o desenvolvimento e adoção do tratamento

biológico de esgoto foi impulsionado pelo problema de mau cheiro com o qual a cidade sofria, devido ao despejo do efluente na embocadura inferior do Rio Tâmbisa, durante a maré de saída. Bengtson (2010) explica que a partir da intensificação da preocupação pública com a qualidade ambiental, em face dos problemas vivenciados, ocorrida no século XX, desenvolveu-se a Engenharia Ambiental, cujos campos de atuação englobam áreas como o controle da poluição do ar e a gestão de resíduos perigosos, além dos campos de abastecimento de água e tratamento de efluentes, tradicionais à engenharia sanitária.

Beuscher Jr. (s.d) exemplifica alguns episódios que contribuíram, nos Estados Unidos, para o desenvolvimento desta preocupação pública com relação ao meio ambiente, o que contribuiu, conseqüentemente, para o surgimento da Engenharia Ambiental. Um deles constitui o período pós- Segunda Guerra Mundial, quando produtos químicos sintéticos se tornaram comuns. Outro exemplo foi o lançamento, em 1962, do livro *Silent Spring*, de Rachel Carson. Neste livro, a bióloga denunciou os impactos causados por pesticidas e inseticidas, que começaram a ser intensamente utilizados após a Segunda Guerra Mundial e que, segundo Carson, causavam a contaminação da água superficial e subterrânea, do solo e em seres vivos, incluindo o homem.

Informações similares às mencionadas pelos autores citados foram encontradas também na página *on line* do curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (visitada em 2014). De acordo com esta fonte, o surgimento de leis ambientais mais rígidas nos Estados Unidos, a partir da década de 1970, como mencionado por Buescher Jr., e na Comunidade Econômica Europeia, levou à necessidade de as instituições sanarem impactos antrópicos ao meio ambiente. Inicialmente, como informa a página, gestores ambientais foram capacitados para adequá-las às novas leis. A partir da década de 1980, focou-se na minimização de passivos ambientais, o que demandou profissionais para diagnosticar a contaminação ambiental antrópica e posteriormente mitigar os efeitos dessa contaminação. A medida em que cresceu a quantidade de produtos a serem tratados, os órgãos ambientais americanos começaram a impor restrições ao tratamento *off site*, sendo estes levados a centros de tratamento, por exemplo. Problemas com a eficiência nos tratamentos e com seu custo fizeram com que a indústria recorresse à academia, que compreendeu que se necessitava de um profissional com visão integrada do problema. Desse modo, deu-se o início da formação do engenheiro ambiental moderno. Segundo a página consultada, “moderno” se refere à contraposição ao engenheiro sanitarista, com formação

voltada ao saneamento ambiental – considerada por autores discutidos anteriormente como precursora da engenharia ambiental – e às diversas ênfases em meio ambiente criadas nas diferentes modalidades da engenharia.

Smith et al. (1983) declaram que a “Engenharia é a arte profissional de aplicação da ciência para a conversão ótima dos recursos naturais para o benefício do homem”. Chaudhry (2013), por sua vez, afirma que a Engenharia Ambiental veio sanar a falha das engenharias tradicionais que não incluíram em seus procedimentos os conceitos de respeito ao meio ambiente e à sua capacidade de suporte em termos de exploração dos seus recursos e de devolução de resíduos a ele. Para Maczulak (2010), por séculos a Engenharia – referindo-se a autora à área civil, especificamente – desempenhou um papel vital ao criar estruturas funcionais e seguras para a sociedade. Entretanto, o bem-estar de um ambiente para o qual, por séculos, se despendeu poucos cuidados, demandou um novo componente, a sustentabilidade, para complementar esta funcionalidade e segurança. Assim, a autora explica que a Engenharia Ambiental combinou todos os princípios clássicos da Engenharia em uma nova filosofia “através da qual os seres humanos trabalham com a natureza, ao invés de tentar criar meios para forçar suas vontades sobre ela” (MACZULAK, 2010, p.xiii). E complementa afirmando que a Engenharia Ambiental tem crescido desde o século XX, substituindo o velho estilo da Engenharia por um novo estilo que faz da Ecologia uma prioridade (MACZULAK, *ibid.*).

4.1.1 O surgimento da Engenharia Ambiental no Brasil

Quanto ao surgimento do curso de Engenharia Ambiental no Brasil, encontramos fontes que também relacionam o curso à Engenharia Sanitária, e atribuem seu desenvolvimento à demanda por campos de atuação voltados à área ambiental. Segundo o texto da publicação mensal *Conselho em Revista*, do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul (CREA-RS), datada de maio de 2007, a intensificação da preocupação ambiental, observada a partir da década de 1980, apontou a necessidade de se criar uma disciplina mais multidisciplinar que a Engenharia Sanitária. Com a perda de espaço da Engenharia Sanitária, mais focada nos recursos hídricos e com uma forte ligação com a Engenharia Civil, criou-se o curso de Engenharia Ambiental (CREA-RS, 2007).

Segundo informações contidas na página *on line* do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como apoio ao PLANASA, o Plano Nacional de Saneamento do Brasil, instalado em 1968 de modo experimental e em 1971 de maneira formal pelo Banco Nacional da Habitação (MONTEIRO, 1993), o Ministério da Educação se mobilizou na produção de recursos humanos e procurou subsídios para a criação de um curso superior nesta área. A Secretaria de Ensino Superior do Ministério da Educação optou pelo modelo mitigatório e a Engenharia Sanitária foi criada em diversas escolas do país (UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO, acessado em 2014). Nesta época, a instituição eleita para exercer a administração do PLANASA foi a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, que congregava profissionais do saneamento básico (MONTEIRO, 1993).

A página *on line* do curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de São Carlos informa que um dos primeiros cursos de Engenharia Sanitária-Ambiental foi implantado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 1978.

Buscando referências que nos permitissem melhor entender o campo de atuação da Engenharia Sanitária nesta época de mudança impulsionada pela questão ambiental, encontramos Leme e sua obra intitulada “Engenharia do Saneamento Ambiental”, publicada em 1982. O autor explica que este campo da Engenharia busca, por meio da proteção ambiental, proporcionar a segurança sanitária necessária para a defesa da saúde humana. O autor explana sobre a ação do homem, que, segundo suas palavras, “tem utilizado o ambiente natural em que vive, aprimorando sua saúde e conforto” (p. xi), mas que ao manejar inadequadamente os recursos ambientais, agride continuamente os sistemas ecológicos naturais. Seus argumentos focalizam a retirada de matéria e energia dos ambientes naturais, caracterizados pelo autor como “água, solo e ar”, e o retorno dos recursos retirados do ambiente em forma de resíduos que podem causar desequilíbrios nos sistemas naturais. Também destaca os riscos causados pela exposição humana às fontes de radiação ionizante e de energia eletromagnética, calorífica e sonora. Com uma explicação bastante similar à caracterização que se dá à Engenharia Ambiental nos dias atuais, como observaremos ao longo deste capítulo, o autor afirma:

“A necessidade de evitar e eliminar forças que se opõem à vida humana é a razão fundamental da Engenharia de Saneamento Ambiental, que abrange um conjunto de princípios e fatos logicamente comprovados, constituindo

sistemas de engenharia que procuram proteger a saúde, aumentar a eficiência, o conforto e assegurar a proteção necessária ao equilíbrio dos sistemas ecológicos naturais e dos recursos auto-recuperáveis.” (LEME, 1982, p. xi)

Leme (ibid.) explica que a engenharia do saneamento ambiental estuda e soluciona problemas de proteção ambiental, através de sistemas que permitem a formulação e análise de fenômenos ambientais e a “seleção e projeto de dispositivos de engenharia necessários e capazes de controlar os ambientes”. Suas explicações evidenciam a preocupação com os efeitos da ação antrópica, mas o foco era o saneamento. A partir do ano de 1992, o Ministério da Educação, diante dos desafios inerentes aos problemas ambientais, convenceu-se da necessidade de uma reformulação do curso de Engenharia Sanitária, e estimulou ações no meio acadêmico, das quais resultou o relatório de Florianópolis, que recomendava a criação de cursos de graduação em engenharia ambiental (UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO, disponível em www.uftm.edu.br, acessado em 2014).

Reis *et al.*, (2005) também demonstram que a criação do curso de Engenharia Ambiental está inserida neste contexto de conscientização acerca do meio ambiente, a finitude de seus recursos e as relações entre sociedade e natureza. Os autores explicam que na década de 1990 disseminaram-se cursos de graduação em meio ambiente no país, e atribuem este fato principalmente ao estabelecimento de legislações federais e estaduais cada vez mais rígidas, à pressão da sociedade por empreendimentos mais sustentáveis e à necessidade de as grandes empresas implementarem Sistemas de Gestão Ambiental, para se adequarem ao mercado internacional. Ao final da década, difundiram-se não apenas cursos superiores, mas cursos sequenciais e tecnológicos, além de cursos de graduação em áreas já consolidadas que passaram a oferecer habilitações ou ênfases em meio ambiente. Foi nesta década que se deu a criação do curso de Engenharia Ambiental no Brasil.

O primeiro curso criado no país foi o da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), campus de Canoas, Rio Grande do Sul, por meio da Resolução Consun/ULBRA n. 45, de 31 de outubro de 1991, subsidiada pelo Parecer n. 1.031, de 06 de dezembro de 1989, que somente foi iniciado em 01 de março de 1994 (REIS *et al.*, 2005). O primeiro curso a entrar em funcionamento, no entanto, foi o da Universidade Federal do Tocantins, no ano de 1992, tendo sido a primeira instituição a diplomar engenheiros ambientais.

Atualmente existem no Brasil 123 cursos cadastrados no Ministério da Educação (MEC), com a denominação de Engenharia Ambiental, mais 145 cursos denominados Engenharia Ambiental e Sanitária, 6 cursos com a denominação de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis, e outros 2 chamados Engenharia Ambiental e Urbana. Destes, 4 cursos são oferecidos à distância e os outros 272 são presenciais. Tais dados são disponibilizados no formato de relatório de consulta do sistema e-MEC, do Ministério da Educação, acessível através do link: <http://emec.mec.gov.br/>, acessado em dezembro de 2014. Quanto à Engenharia Sanitária, existem quatro cursos com esta denominação, de acordo com o sistema e-MEC, acessado também em dezembro de 2014.

4.2 Caracterização curricular do curso e campos de atuação do engenheiro ambiental

A fim de compreendermos os campos de atuação do engenheiro ambiental, assim como a organização curricular do curso, debruçamo-nos sobre normas que regem os cursos de engenharia e que caracterizam seus campos de atuação, bem como a legislação específica do curso, em âmbito nacional. Iniciaremos por duas normas anteriores à criação do curso de graduação em Engenharia Ambiental no Brasil. São elas a Resolução n.º 218, de 29 de junho de 1973, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CONFEA, que discrimina as atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia, e a Resolução n.º 48, de 27 de abril de 1976, do Conselho Federal de Educação, que fixa os mínimos de currículo e duração do curso de graduação em Engenharia e de suas áreas de habilitações. Observaremos nestas resoluções as disposições referentes à área sanitária.

A Resolução n.º 218/73 apresenta, em seu primeiro artigo, uma lista de atividades, enumeradas de 01 a 18, as quais competem às diferentes modalidades profissionais da Engenharia, da Arquitetura e da Agronomia, em nível superior e em nível médio. As atividades estão relacionadas no item 2.1 do Anexo 2. Os artigos posteriores especificam as competências das diferentes modalidades da Engenharia, da Arquitetura e da Agronomia.

A competência do Engenheiro Sanitarista está disposta no artigo 18, que estabelece o desempenho das atividades 01 a 18, referentes a controle sanitário do ambiente, captação e distribuição de água, tratamento de água, esgoto e resíduos, controle de poluição, drenagem,

higiene e conforto de ambiente e seus serviços afins e correlatos (BRASIL, 1973). Esta resolução já não se aplica ao profissional egresso de curso regular, que nele tenha se matriculado após 22 de agosto de 2005. Observa-se aqui uma similaridade entre este curso e a atual Engenharia Ambiental: os tópicos “sistema de abastecimento de água”; “processos físico-químicos e biológicos do tratamento da água e dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos”; “controle da poluição ambiental”; e “sistemas de drenagem” compõem as ementas de disciplinas de formação profissional geral, estabelecidas em resolução que cria a Engenharia Ambiental, conforme podemos observar no Quadro 4.1, que será apresentado adiante.

A Resolução n.º 48/76, no que compreende ao currículo mínimo dos cursos de engenharia, institui uma parte comum a todas as modalidades, que compõe as matérias de formação básica e de formação geral, e uma parte diversificada, relativa a cada área de habilitação, compreendendo as matérias de formação profissional geral e de formação profissional específica.

Em seu artigo 3º, dispõe que as matérias de formação básica compreenderão os fundamentos científicos e tecnológicos da Engenharia, cobrindo os campos da Matemática, Física, Química, Mecânica, Processamento de Dados, Desenho, Eletricidade, Resistência dos Materiais e Fenômenos de Transporte.

O parágrafo único do artigo 4º estabelece que as matérias de formação geral conterão assuntos que contribuam para complementar a formação básica do engenheiro, capacitando-o à utilização de elementos de natureza socioeconômica no processo de elaboração criativa, cobrindo os campos de Humanidade e Ciências Sociais, destacando-se Administração e Economia e as Ciências do Ambiente. O item 13 do anexo da resolução estabelece que a matéria Ciências do Ambiente deverá incluir os tópicos “a biosfera e seu equilíbrio”; “efeitos da tecnologia sobre o equilíbrio ecológico” e “preservação dos recursos naturais”. Destaca-se, assim, o estabelecimento destes tópicos como comuns ao currículo de todas as modalidades da engenharia, e, pode-se afirmar que esta determinação espelha indícios da tomada de consciência ambiental, por parte de diversos setores da sociedade, observada desde meados do século passado e intensificada a partir das décadas seguintes.

Quanto às matérias de formação profissional geral, estas deveriam englobar assuntos que possibilitassem o adequado conhecimento dos fundamentos, materiais, sistemas e processos, nas diferentes áreas da Engenharia, conforme está estabelecido no artigo 5º da

resolução. O saneamento básico foi definido, neste documento, como uma matéria de formação profissional geral da área de habilitação Civil. Sobre as matérias de formação profissional específica, o artigo 8º estabelece que deveriam conter assuntos que cobrissem outros aspectos da profissão, ligados às habilitações específicas.

As áreas de habilitação da Engenharia são listadas no artigo 6º, sendo elas: Civil; Eletricidade; Mecânica; Metalurgia; Minas e Química. Seu primeiro parágrafo estabelece que outras áreas de habilitação poderão ser definidas pelo Conselho Federal de Educação, se assim o exigirem as necessidades de desenvolvimento nacional, ou ser criadas pelas instituições, e o parágrafo único do artigo 7º dispõe que as habilitações específicas do curso de Engenharia já existentes, ou que venham a ser criadas, deverão ter origem em uma ou mais áreas da Engenharia, referidas no artigo 6º.

Observando as disposições da Resolução n.º 48/76, o curso de Engenharia Ambiental foi criado por meio da Portaria n.º 1.693, de 5 de dezembro de 1994. Esta portaria estabelece que a Biologia deve ser incluída como matéria de formação básica na área de Engenharia Ambiental. As matérias de formação profissional geral, para a área, são: Geologia, Climatologia, Hidrologia, Ecologia Geral e Aplicada, Hidráulica, Cartografia, Recursos Naturais, Poluição Ambiental, Impactos Ambientais, Sistemas de Tratamento de Água e de Resíduos, Legislação e Direito Ambiental, Saúde Ambiental, Planejamento Ambiental, Sistemas Hidráulicos e Sanitários.

Para além destas disposições, a resolução mantém os demais artigos da Resolução n.º 48/76 para a área da Engenharia Ambiental. O quadro a seguir é uma reprodução do anexo da portaria, que apresenta as ementas das matérias de Biologia (formação básica) e das matérias de formação profissional geral.

Quadro 4.1 - Ementa das matérias de Biologia (formação básica) e de formação profissional geral.

BIOLOGIA Origem da vida e evolução das Espécies. A célula. Funções celulares. Nutrição e respiração. Código genético. Reprodução. Os organismos e as espécies. Fundamentos da Microbiologia. Organismos patogênicos e decompositores. Ecologia microbiana.	GEOLOGIA Características Físicas da Terra. Minerais e Rochas, Intemperismo. Solos. Hidrogeologia. Ambientes Geológicos da Erosão e Deposição. Geodinâmica. Tectônica. Geomorfologia.	CLIMATOLOGIA Elementos e Fatores Climáticos. Tipos de Classificação de Climas.	HIDROLOGIA Ciclo Biológico. Balanço Hídrico. Bacias Hidrográficas Escoamento Superficial e Subterrâneo. Transporte de Sedimentos.	ECOLOGIA GERAL E APLICADA Fatores Ecológicos. Populações. Comunidade. Ecossistemas. Sucessões Ecológicas. Ações Antrópicas. Mudanças Globais.
HIDRÁULICA Hidrostática e Hidrodinâmica. Escoamento sob pressão. Escoamento em Canais. Hidrometria.	CARTOGRAFIA Cartografia. Topografia. Fotogrametria. Sensoriamento Remoto.	RECURSOS NATURAIS Recursos renováveis e não renováveis. Caracterização e aproveitamento dos recursos naturais.	POLUIÇÃO AMBIENTAL Qualidade ambiental. Poluentes e contaminantes. Critérios. Padrões de emissão. Controle.	IMPACTOS AMBIENTAIS Conceituação. Fatores ambientais. Instrumentos de Identificação e análise. Os Impactos ambientais. Avaliação de Impactos Ambientais.
SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE RESÍDUOS Processos físico-químicos e biológicos do tratamento da água e dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos.	LEGISLAÇÃO E DIREITO AMBIENTAL Evolução do Direito Ambiental, história da Legislação ambiental. Legislação Básica: Federal, Estadual e Municipal. Trâmite e práticas legais.	SAÚDE AMBIENTAL Conceito de Saúde. Saúde Pública. Ecologia das doenças. Epidemiologia. Saúde ocupacional.	PLANEJAMENTO AMBIENTAL Teoria de planejamento. Planejamento no sistema de gestão ambiental.	SISTEMAS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS Sistema de abastecimento de água. Sistemas de esgotos sanitários. Sistemas de drenagem. Sistemas de coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos.

Outra norma de interesse corresponde à Resolução n.º 447, de 22 de setembro de 2000, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, que dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais. A resolução estabelece, em seu artigo 2º, que compete ao engenheiro ambiental o desempenho das atividades *1 a 14 e 18* do artigo 1º da Resolução n.º 218/73 (item 2.1 do anexo 2), referentes à *administração, gestão e ordenamento ambientais e ao monitoramento e mitigação de impactos ambientais, seus serviços afins e correlatos*. No artigo 3º está disposto que nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características de seu currículo escolar, em concordância com a Resolução n.º 218/73, que em seu artigo 25 dispõe

que nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daquelas que lhe competem, pelas características de seu currículo escolar, consideradas, em cada caso, apenas as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescidas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade. A Resolução n.º 447/00 ainda estabelece que os engenheiros ambientais integrarão o grupo ou categoria da Engenharia, Modalidade Civil.

Outras duas normas que julgamos pertinentes para compreendermos a caracterização do curso em termos de organização curricular e campo de atuação foram a Resolução n.º 11, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, e a Resolução n.º 1.010, de 22 de agosto de 2005, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, que dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional.

A Resolução n.º 11/02 apresenta o seguinte perfil profissional do egresso:

(...) o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade. (BRASIL, 2002)

As competências e habilidades gerais as quais se objetiva alcançar a partir da formação do engenheiro são as seguintes, dispostas no artigo 4º da resolução:

- I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;

- V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
 - VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
 - VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
 - VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
 - VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
 - IX - atuar em equipes multidisciplinares;
 - X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
 - XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
 - XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
 - XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.
- (BRASIL, 2002)

De forma geral, as habilidades e competências relacionadas nesta resolução evidenciam o foco que se dá à formação de um profissional capacitado a planejar, coordenar, executar, dar manutenção e avaliar experimentos, sistemas, processos e produtos. O profissional deve ser capaz de aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia, e resolver problemas da área. Vesilind e Morgan (2013) afirmam que a habilidade de resolver problemas utilizando cálculos constitui a essência da Engenharia, e, mesmo que não se consiga resolver todos os problemas de Engenharia com cálculos numéricos, eles são necessários para o desenvolvimento de soluções técnicas. Os autores destacam que através dos cálculos, descreve-se o mundo físico no que concerne às suas unidades e dimensões.

A resolução ressaltou também os aspectos da atuação em equipes, a observância à ética, a capacidade de comunicação oral e escrita e de avaliar a viabilidade econômica de projetos. Outro aspecto que nos chama a atenção quanto às habilidades a serem desenvolvidas a partir da formação do engenheiro é a capacidade de avaliar o impacto socioambiental das atividades de Engenharia, o que mostra que a área ambiental deve estar presente nos currículos de todas as habilitações, não somente da Engenharia Ambiental.

Quanto à caracterização dos conteúdos curriculares, a Resolução n.º 11/02 atualizou as disposições da Resolução n.º 48/76. A resolução dispõe, em seu sexto artigo, que todo curso de engenharia deve possuir um núcleo de **conteúdos básicos**, um núcleo de **conteúdos**

profissionalizantes e um núcleo de **conteúdos específicos** que caracterizem as diferentes modalidades (BRASIL, 2002).

O núcleo de conteúdos básicos, deve corresponder a cerca de 30% da carga horária mínima do curso, e versar sobre os tópicos listados no item 2.2.1 do anexo 2. Destaca-se que o tópico Ciências do Ambiente, estabelecido como matéria de formação geral pela resolução n.º 48/76, – comum à todas as modalidades da engenharia – é igualmente listado nesta resolução no conjunto de conteúdos básicos dos cursos de engenharia. Os conteúdos profissionalizantes devem corresponder a cerca de 15% de carga horária mínima do curso, e versar sobre um subconjunto coerente dos tópicos discriminados no item 2.2.2 do anexo 2, o que deve ser definido pela instituição de ensino.

A resolução informa também, que o núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos profissionalizantes, e de outros conteúdos destinados a caracterizar as modalidades. Segundo a resolução, serão propostos exclusivamente pela instituição de ensino, constituindo-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia, devendo garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

A resolução n.º 1.010, de 22 de agosto de 2005, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (atualmente Conselho Federal de Engenharia e Agronomia), dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Abordaremos esta resolução, cuja aplicabilidade se encontra suspensa, a fim de esclarecer a atual situação da normatização a respeito da atribuição de competências aos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea.

A resolução n.º 1.010/2005 estabeleceu uma nova sistemática para a atribuição de títulos, atividades e competências aos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, no entanto, como consta nos considerandos da Resolução n.º 1.051, de 23 de dezembro de 2013, que suspendeu sua aplicabilidade, a sistemática de sua implantação não foi operacionalizada em sua totalidade, não permitindo aos Creas (Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia) sua aplicação, implicando na necessidade de o Conselho decidir pelo adiamento da entrada em vigor da citada resolução.

Entretanto, uma proposta de alteração e revogação da Resolução n.º 1.010/05, o Anteprojeto de Resolução n.º 002/2013, havia sido apresentada através da Deliberação n.º 373/2013, da Comissão de Educação e Atribuição Profissional (CEAP) do Confea, em 05 de julho de 2013. O processo, porém, ainda está em andamento e o anteprojeto anexo à deliberação não se encontra aplicável. Assim, atualmente, as atribuições profissionais dos engenheiros ambientais são concedidas pela Resolução n.º 447, de 22 de setembro de 2000, já abordada. De qualquer forma, abordaremos brevemente alguns aspectos da Resolução n.º 1.010/05 e da proposta de sua alteração, explicitando alguns campos de atuação que se relacionam com a Engenharia Ambiental em ambas.

Inicialmente, destacamos que a Resolução n.º 1.010/05 atualizou a lista de atividades que podem ser atribuídas aos engenheiros, dispostas no artigo primeiro da Resolução n.º 218/73. A lista atualizada, constante do artigo 5º da Resolução n.º 1.010/05, é apresentada no item 2.3.1 do anexo 2. Outro aspecto a ser comentado consiste nas disposições do anexo II desta resolução, que objetiva formular a sistematização dos campos de atuação das profissões inseridas no Sistema Confea/Crea, partindo das legislações específicas que regulamentam o exercício profissional respectivo. Conforme dispõe o anexo, a sistematização não deve ser confundida com as atribuições que poderão vir a ser concedidas a um egresso de curso inserido no âmbito das profissões abrangidas pelo Sistema Confea/Crea. Esta sistematização visa somente explicitar os Campos de Atuação Profissional, sabendo-se que o exercício profissional terá sempre caráter interdisciplinar, e que não deverão ser impostas barreiras arbitrárias que compartimentalizem o exercício profissional, impedindo ou dificultando a migração de profissionais entre eles, no âmbito de suas respectivas categorias (BRASIL, 2005).

Esclarece-se que:

A atribuição de competências, (...), caberá à respectiva Câmara Especializada do Crea, (...) dependerá rigorosamente da profundidade e da abrangência da capacitação de cada profissional, no seu respectivo nível de formação, no âmbito de cada campo de atuação (...) com a possibilidade de interdisciplinaridade dentro de cada Categoria, em decorrência da flexibilidade que caracteriza as Diretrizes Curriculares (...). (...) passa-se agora a um exame rigoroso da profundidade e da abrangência da capacitação obtida no curso, para então serem concedidas as atribuições de competência pelas Câmaras Especializadas respectivas do Crea. O exame rigoroso (...) deverá levar em conta os conteúdos formativos cursados formalmente, correspondentes ao perfil de formação do egresso objetivado pelo curso concluído. (BRASIL, 2005, anexo II)

Isto significa que a atribuição de competências, a partir desta sistematização, basear-se-á no currículo cursado, informando-se ainda que disciplinas de caráter informativo ou meramente complementar, alheias ao perfil objetivado, não contribuirão para a concessão de atribuições profissionais. Além disso, afirma-se que tópicos pertinentes ao Meio Ambiente, que provejam a base necessária para a elaboração de Relatórios Ambientais previstos nas legislações federal, estaduais e municipais, particularmente os Estudos de Impacto Ambiental (EIA), e Relatórios de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA), são inerentes ao exercício da profissão, no âmbito de cada Campo de Atuação Profissional (BRASIL, op. cit.). Tal diretriz pode ser considerada consoante às disposições da Resolução n.º 48/76 e da Resolução n.º 11/02, que estabelecem o tópico “Ciências do Ambiente” como matéria de formação geral e conteúdo básico, em seus respectivos termos, devendo este tópico compor o currículo de cursos de todas as modalidades da Engenharia.

A fim de demonstrar os tópicos pertinentes à área ambiental constantes da sistematização dos campos de atuação proposta pela resolução, listamos, no item 2.3.2 do anexo 2, aqueles que se relacionam com os conteúdos do curso de engenharia ambiental, e, desse modo, em concordância com as disposições da resolução, podem ser atribuídos como competência do engenheiro ambiental, dependendo dos currículos cursados. A seleção de campos de atuação baseou-se nas ementas das disciplinas listadas no Quadro 4.1. A resolução apresenta os campos de atuação divididos em Categorias, Campos de Atuação da Modalidade, Setores, Subsetores e Tópicos.

A proposta de alteração da Resolução n.º 1.010/05, apresentada por meio do Anteprojeto de Resolução n.º 002/2013, sugere, por sua vez, uma sistematização de campos

de atuação profissional similar à da resolução que se pretende alterar. A concessão de atribuições de competência profissional se baseará no currículo cursado pelo egresso, examinando-se a profundidade e a abrangência da capacitação obtida no curso. Na sistematização dos campos de atuação apresentados no anteprojeto, não é estabelecida uma distinção de modalidades da Engenharia, como na Resolução n.º 1.010/05, apenas de setores, subsetores e tópicos.

Como procedemos anteriormente, observamos os campos de atuação apresentados no anteprojeto, e destacamos, no item 2.4.1 do anexo 2, aqueles que se relacionam com a Engenharia Ambiental, podendo assim, ser atribuídos como competência do profissional. Se, por um lado, esta proposta de alteração da Resolução 1.010/05 não restringe os possíveis campos de atuação das modalidades da engenharia apenas aos setores, subsetores e tópicos descritos para cada modalidade mencionada, ela pode, por outro lado, dar margem à interpretação de que será competência dos engenheiros ambientais apenas os subsetores e tópicos inclusos no setor “Engenharia Ambiental”, o que, a nosso ver, contraria as disposições tanto deste anteprojeto de resolução, quanto da Resolução n.º 1.010/05, que condiciona a atribuição de competências ao currículo cursado pelo profissional. Os subsetores listados no setor “Engenharia Ambiental”, e seus respectivos tópicos foram transcritos a seguir:

- Controle ambiental: Vigilância e saúde ambiental; Poluição ambiental.
- Diagnóstico e caracterização ambiental
- Manejo e gestão de bacias hidrográficas
- Recuperação ambiental
- Tecnologia ambiental
- Gestão ambiental: Sistema de Gestão Ambiental; Estudos Ambientais; Educação Ambiental; Modelagem Matemática Ambiental; Planejamento Ambiental

Se o Anteprojeto de Resolução n.º 002/2013 for aprovado, as competências do engenheiro ambiental deixarão de ser discriminadas pela Resolução n.º 447/00, que não mais se aplicará aos profissionais egressos de curso regular matriculados após o dia 31 de dezembro de 2011.

O Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul resume, nas palavras seguintes, a proposta do curso de engenharia ambiental na atualidade:

Ela (a engenharia ambiental) busca conciliar de maneira harmoniosa desenvolvimento e meio ambiente, visando o levantamento e a redução de possíveis danos ocasionados pelo ser humano através de sua influência na natureza. Para isso, o profissional tem uma formação multidisciplinar, com conhecimentos de Química, Física e Matemática, além de áreas específicas como Hidrologia, Climatologia, Saúde Ambiental, Tratamento de Efluentes, Tratamento de Resíduos, Avaliação de Impacto Ambiental, Gestão Ambiental, Planejamento, entre outros. O engenheiro ambiental atua de maneira conjunta com profissionais de diversas áreas, analisando o impacto na natureza de processos e obras, no intuito de evitar ou minimizar danos. (CREA-RS, 2007, p.33)

A respeito da atuação profissional e ao mercado de trabalho da Engenharia Ambiental, esclarece o Conselho:

O engenheiro ambiental, por ter conhecimento detalhado dos processos químicos, físicos e biológicos e possuir conhecimentos capazes de minimizar os impactos na natureza, tem a possibilidade de atuar nas mais diversas áreas. Como exemplos estão as áreas de gestão ambiental e tecnologia de órgãos públicos, indústrias, consultorias e empresas privadas. Algumas possibilidades estão em centros de pesquisa, organizações não-governamentais (ONGs), agências reguladoras de água, energia elétrica e vigilância sanitária, universidades e indústrias das mais variadas atividades, empresas de consultoria privada e instituições encarregadas da definição de políticas públicas ambientais. (...). As áreas em que há melhores oportunidades de emprego são as mais industrializadas, fundamentalmente as Regiões Sul e Sudeste. (CREA-RS, 2007, p.33)

Quanto ao ingresso do engenheiro ambiental no mercado de trabalho, uma questão abordada na página *on line* do curso de Engenharia Ambiental da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (visitada em 2014) nos chamou a atenção. Embora seja considerada uma profissão promissora, a página da instituição menciona uma insatisfação existente, com relação à qualidade da formação dos profissionais. Informa-se que os engenheiros ambientais apresentam um forte cunho de gestão, em detrimento da formação técnica e da exigência de que o Engenheiro moderno seja um “misto” de técnico, pesquisador e gestor. Considera-se que o profissional detém conhecimento superficial de disciplinas de formação profissional e que isso se deve à organização curricular do curso, uma vez que o número de créditos exigidos às disciplinas de formação profissional geral corresponde a menos de um terço de sua grade curricular. Esta proporção, de acordo com a fonte consultada, é insuficiente para dar ao aluno um embasamento mais profundo das diversas áreas de atuação exigidas ao engenheiro ambiental (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO, 2014). De fato, os conteúdos profissionalizantes devem corresponder a cerca de 15% da carga horária mínima do curso, de acordo com a Resolução n.º 11/02. Outro motivo para essa deficiência na formação de engenheiros ambientais no Brasil, de acordo com esta fonte, é o fato de que poucas instituições brasileiras realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento nas áreas correlatas à Engenharia Ambiental. Informa-se que críticos ressaltam que os profissionais são “meros síndicos de normas ambientais”, e que quando se necessita de solução para um problema “de cunho prático”, recorre-se a um profissional de habilitação mais específica.

Especificamente em relação ao egresso do curso de Engenharia Ambiental, considerando o contexto exposto pela PUC-RJ, dois aspectos, dentre os mencionados na citação acima, a nosso ver, devem ser observados. Um deles constitui sólida base científica e cultural que a organização curricular deve proporcionar ao egresso, e o outro se refere à visão integrada das dimensões ecológicas, sociais, econômicas e tecnológicas no exercício de sua profissão.

Andrade e Zaiat (2013) consideram importante salientar que a Engenharia Ambiental é um curso de Engenharia, porque afirmam existir muita confusão acerca desta carreira, tanto por alunos que ingressam no curso atraídos pela “questão ambiental”, até a elaboração de grades curriculares e projetos pedagógicos por eles denominados de “equivocados”. Explicam que, no caso do engenheiro ambiental, conceitos básicos de química, física e biologia são

utilizados, por meio de linguagem matemática, para avaliar, prevenir, mitigar e remediar impactos ambientais. Desta forma, as bases de sustentação deste curso também devem estar nas ciências básicas, devendo haver equilíbrio entre conceitos fundamentais, disciplinas de formação básica específica e disciplinas mais tecnológicas, com aplicação dos conceitos já consolidados. Para os autores, as falhas aparecem quando se negligencia a formação básica, ou quando não há ligação adequada entre as ciências básicas e o desenvolvimento tecnológico. Quando a formação oferecida pelas instituições não contempla adequadamente as disciplinas e aspectos discutidos, o perfil do egresso poderá se aproximar mais ao de um gestor e não de um engenheiro. Consideramos esta questão relevante, que não poderia deixar de ser abordada quando se objetiva caracterizar a grade curricular do curso e os campos de atuação dos profissionais egressos.

Para finalizar este item, resumimos, na Tabela 4.1, algumas possibilidades de atuação do engenheiro ambiental, a partir de todos os dados pesquisados e apresentados neste capítulo.

Tabela 4.1 - Possíveis campos de atuação do Engenheiro Ambiental

SETOR	INSTITUIÇÕES	ATIVIDADES	
Setor público	Órgãos da hierarquia governamental	Fiscalização de atividades potencialmente poluidoras, nos termos da legislação vigente; Regularização de atividades potencialmente poluidoras, nos termos da legislação vigente. Atuação na tomada de decisões, no âmbito dos órgãos públicos (secretarias, ministérios, conselhos gestores, comitês, agências reguladoras, etc.)	
	Área acadêmica	Docência Pesquisa	Exemplos de grandes temas de estudo: Poluição atmosférica Recursos hídricos Saneamento Resíduos sólidos Poluição do solo Poluição sonora Legislação e gestão ambiental Recuperação de áreas degradadas Recursos energéticos Meio ambiente e saúde pública Educação ambiental
	Perícia ambiental (depende de formação adicional específica)	Atuação junto aos fóruns e juízes	Elaboração de laudos referentes a infrações ambientais
Setor privado	Empresas e indústrias	Atuação em empreendimentos que desenvolvem atividades potencialmente poluidoras, nos termos da legislação vigente, que estabelece a obrigatoriedade da regularização ambiental. Exemplos: empreendimentos que desenvolvem atividades energéticas, de mineração, agrossilvipastoris, industriais, urbanas e na área de serviços.	Gestão de aspectos e impactos ambientais (ecológicos, sociais e econômicos); Licenciamento ambiental das atividades industriais, de mineração, de parcelamento de solo urbano e rural, infraestrutura e de atividades agrossilvipastoris, incluindo a regularização quanto aos recursos hídricos e aos recursos florestais, em

			âmbito municipal/estadual/federal; Elaboração, execução e gestão de: • Plano de Controle Ambiental e Relatório de Controle Ambiental (PCA-RCA) • Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) • Estudo de Impacto de Vizinhança e Relatório de Impacto de Vizinhança (EIV-RIV) • Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) urbanos, industriais, de serviço de saúde (PGRSS), da construção civil (PGRCC), e etc. • Projeto Técnico de Reconstituição da Flora (PTRF) • Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) • Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental (RADA) • Plano Básico Ambiental (PBA) • Estudo de Viabilidade de Queima (EVQ) • Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) • Relatório de Avaliação Ambiental (RAA) • Plano de Encerramento de determinados empreendimentos, tais como aterros sanitários Elaboração, execução e gestão de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) em empresas; Elaboração, execução e gestão de programas de qualidade ambiental; Auditoria ambiental;
--	--	--	---

		Concepção, dimensionamento e gestão de Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETE); Concepção, dimensionamento e gestão de Estações de Tratamento de Água (ETA); Estudos na área da Hidrologia; Redução e controle de emissão atmosférica; Diagnósticos e gerenciamento de passivos ambientais; Utilização de Sistemas de Informação Geográfica; Elaboração de projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo; Educação Ambiental.
	Consultoria ambiental	Elaborar estudos a serem aprovados pelos órgãos públicos Orientar e acompanhar empresas e indústrias, podendo desenvolver quaisquer das atividades listadas acima.
	Centros de Pesquisa	Atividades de pesquisa na área ambiental
Representação da sociedade civil	Organizações não governamentais (ONG)	Atuação em ONGs de interesse ambiental

Fonte: Organizado pela autora (2014)

Apresentados o histórico da evolução da engenharia ambiental, explanaremos, a seguir, as relações entre o tema das mudanças climáticas, o qual se pretende investigar nesta pesquisa, e a atuação profissional do engenheiro ambiental, a fim de demonstrar uma das razões que incentivaram o desenvolvimento deste estudo.

4.3 Relações entre o tema das mudanças climáticas e a engenharia ambiental: reflexos na atuação profissional

Sendo a questão das mudanças climáticas uma das principais problemáticas ambientais da atualidade, consideramos que as discussões e decisões tomadas a respeito deste tema influenciam a atuação profissional de engenheiros ambientais, devido às possibilidades de atuação desta carreira. Grande parte das decisões e obrigações concernentes às mudanças climáticas são expressas a partir de normas e leis, que devem ser observadas pelo engenheiro ambiental no exercício de sua profissão. A criação de muitas destas leis, por sua vez, é motivada, influenciada ou demandada por tratados e compromissos assinados/assumidos pelos países internacionalmente, referentes à questão climática e à proteção do meio ambiente.

Elencamos, neste item, algumas das leis que tratam sobre o tema e instituem as principais diretrizes a serem seguidas, a fim de exemplificar relações com atividades do engenheiro ambiental, pois são leis que tratam de questões com as quais o engenheiro ambiental poderá atuar. Exemplificaremos também os órgãos públicos de regularização e controle ambiental como um possível campo de atuação deste profissional no qual a temática se insere. Compreendemos que, ao expormos possíveis relações entre o tema e a atuação de engenheiros ambientais, esclareceremos uma das razões que motivaram a realização desta pesquisa.

4.3.1 A questão das mudanças climáticas em normas brasileiras: alguns exemplos

Neste item, abordaremos a Política Nacional de Mudança do Clima, bem como outras legislações que contemplam o tema das mudanças climáticas. Daremos destaque, ainda, ao tratamento do tema na estrutura governamental mineira (estado onde a pesquisa é desenvolvida), em órgãos onde o engenheiro ambiental poderá atuar, a partir da abordagem de normas que dispõem seus regimentos e estruturas internas, a fim de demonstrar interfaces entre a atuação deste profissional e o tratamento do tema das mudanças climáticas.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, em atendimento às disposições e tratados internacionais dos quais o país é signatário, como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, estabelece metas oficiais de redução da emissão de gases de efeito estufa, e fundamenta o desenvolvimento de políticas sobre mudança climática também nas esferas estadual e municipal (como é o caso do município de São Paulo). No artigo 12 está disposto que o país adotará ações com vistas a reduzir entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020 (Brasil, 2009). De acordo com o Decreto n.º 7.390, de 09 de dezembro de 2010, o total de emissões estimado para o ano de 2020 equivale a 3.236 milhões tonCO₂eq. Assim, a redução absoluta correspondente ao que dispõe a Política Nacional sobre Mudança do Clima ficou estabelecida entre 1.168 milhões de tonCO₂eq e 1.259 milhões de tonCO₂eq.

Relativas especificamente à questão climática no Direito Ambiental Brasileiro, ainda podemos mencionar a Portaria Interministerial MCT/MMA n.º 356, de 25 de setembro de 2009, que Institui o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PBMC, com o objetivo de disponibilizar a tomadores de decisão e à sociedade, informações técnico-científicas sobre mudanças climáticas (artigo 1º), e a Lei Federal n.º 12.114, de 09 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudança no Clima – Fundo Clima, um dos instrumentos da PNMC, de natureza contábil, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, e com a finalidade de assegurar recursos para apoio a projetos ou estudos e financiamento de empreendimentos que visem à mitigação da mudança do clima e à adaptação à mudança do clima e aos seus efeitos.

Na esfera estadual, encontramos as seguintes normas que instituem políticas sobre mudanças no clima, ou outros temas relacionados às políticas, explicitando que a questão faz parte da pauta governamental de vários estados brasileiros:

- Lei Estadual n.º 13798, de 09 de novembro de 2009, que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas PEMC – SP;
- Decreto 49.369, de 11 de fevereiro de 2005, que institui o Fórum Paulista de Mudanças Climáticas Globais e de Biodiversidade (SP);
- Decreto n.º 44.042, de 09 de junho de 2005, alterado pelo Decreto n.º 44.543, de 13 de julho de 2007, que institui o Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas Globais;
- Lei n.º 13.594, de 30 de dezembro de 2010, que institui a Política Gaúcha sobre Mudanças Climáticas – PGMC;
- Lei nº 14.829, de 11 de agosto de 2009, que institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina;
- Lei nº 17.133, de 25 de Abril de 2012, que institui a Política Estadual sobre Mudança do Clima do Paraná;
- Lei nº 5.690, de 14 de abril de 2010, que institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro;
- Lei nº 9.531, de 16 de setembro de 2010, que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC do Espírito Santo;
- Lei nº 12.050, de 07 de janeiro de 2011, que institui a Política sobre Mudança do Clima do Estado da Bahia;
- Lei nº 1.917, de 17 de abril de 2008, que institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Tocantins;
- Lei nº 6.140, de 06 de novembro de 2011, que institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas do estado do Piauí;
- Lei nº 14.090, de 17 de junho de 2010, que institui a Política Estadual de Enfrentamento às Mudanças Climáticas de Pernambuco;

- Lei nº 9.336, de 31 de janeiro de 2011, que Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC, da Paraíba;
- Lei nº 16.497, de 10 de fevereiro de 2009, que institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas de Goiás;
- Lei nº 4.797, de 6 de março de 2012, que estabelece princípios, diretrizes, objetivos, metas e estratégias para a Política de Mudança Climática no âmbito do Distrito Federal;
- Lei nº 3.135, de 05 de junho de 2007, que institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas;
- Lei nº 2.308, de 22 de outubro de 2010, que cria o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais- SISA, o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais – ISA Carbono e demais Programas de Serviços Ambientais e Produtos Ecológicos do Estado do Acre.

Os estados do Mato Grosso, do Amapá e do Pará possuem projetos de lei relativos às suas políticas sobre mudanças climáticas. Quanto ao estado de Minas Gerais, o Decreto n.º 45.229, de 3 de dezembro de 2009, institui o Registro Público Voluntário das Emissões Anuais de Gases de Efeito Estufa de Empreendimentos no Estado de Minas Gerais e estabelece, em seus artigos 10 e 11, respectivamente, que o COPAM (Conselho Estadual de Meio Ambiente), em articulação com o Fórum Mineiro de Mudanças Climáticas, deveria apresentar ao Governo do Estado, até o dia 30 de setembro de 2010, anteprojeto de lei que estabelecesse a Política Estadual de Mudança Climática, inclusive com propostas de metas voluntárias de redução da emissão de gases de efeito estufa de Minas Gerais, e que o Estado, por meio da ação conjunta de seus órgãos e entidades, promoverá as ações necessárias para a elaboração, aprovação e publicação de seu Plano de Controle da Poluição por Veículos em Uso – PCPV. O Projeto de Lei nº 2.808 de 07 de fevereiro de 2012, que institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas, foi apresentado à Assembleia Legislativa de Minas Gerais e se encontra em tramitação. Dentre suas disposições, o artigo 17 estabelece que o licenciamento ambiental de empreendimentos e suas bases de dados deverão incorporar a finalidade climática, e que a redução na emissão de gases de efeito estufa deverá ser integrada ao controle da poluição atmosférica e ao gerenciamento da qualidade do ar e das águas (parágrafo 1º). Este é um exemplo de relação direta do tema com o campo de atuação do

engenheiro ambiental – o licenciamento e a gestão ambiental de empreendimentos e a necessidade de se contemplar a questão climática nos estudos e no controle da poluição atmosférica. A Deliberação Normativa COPAM nº 151, de 01 de julho de 2010, alterada pela Deliberação Normativa COPAM nº 160, de 16 de dezembro de 2010, regulamentou o "Programa de Registro Público Voluntário das Emissões Anuais de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais".

Encontramos o tema sendo abordado, ainda, em outras normas cujas disposições se destinam a aspectos tratados no currículo de Engenharia Ambiental e que por isso podem ser considerados competências destes profissionais.

Como exemplo, temos a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n.º 429, de 28 de fevereiro de 2011, que dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs, e estabelece que a recuperação de APP e reserva legal é elegível para os fins de incentivos econômicos previstos na legislação nacional e nos acordos internacionais relacionados, entre outros, à mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

O Código Florestal (Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012) também traz disposições relativas às mudanças climáticas. Em seu artigo 40, prevê-se o estabelecimento, pelo Governo Federal, de uma Política Nacional de Manejo e Controle de Queimadas, Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. Esta política, de acordo com o parágrafo 1º do referido artigo, deverá prever instrumentos para a análise dos impactos das queimadas sobre mudanças climáticas e outros aspectos (sendo eles as mudanças no uso da terra, a conservação dos ecossistemas, saúde pública e fauna), para subsidiar planos estratégicos de prevenção de incêndios florestais. Além disso, dispõe-se que a política deverá observar os cenários de mudanças climáticas e potenciais aumentos de risco de ocorrência de incêndios florestais (parágrafo 2º, art. 40). O Código Florestal mineiro, por sua vez, também estabelece a elaboração de uma política de mesmo teor, porém de âmbito estadual, e prevê as mesmas orientações da lei federal, além de dispor, em seu artigo 4º, que as ações das políticas florestal e de proteção à biodiversidade serão desenvolvidas em consonância com a Política Estadual de Mudanças Climáticas, dentre outras políticas de cunho ambiental do estado.

O Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, que institui princípios e diretrizes para implementação da Política Nacional da Biodiversidade, ao dispor sobre o componente da política relativo à conservação da biodiversidade, estabelece, como um de seus objetivos

específicos, a conservação da biodiversidade dos ecossistemas, inclusive naqueles sob sistemas intensivos de produção econômica, como seguro contra mudanças climáticas e alterações ambientais e econômicas imprevistas, a fim de preservar a capacidade dos componentes da biodiversidade de se adaptarem a mudanças, inclusive as climáticas.

Na esfera do estado de Minas Gerais, a Deliberação Normativa COPAM n.º 133, de 15 de abril de 2009, ao regulamentar a prática da queima de cana-de-açúcar para fins de colheita, traz, em suas considerações, a observação de que “as mudanças climáticas globais exigem medidas de responsabilidade entre os agentes públicos e privados, visando evitar o agravamento das condições ambientais e a consequente queda da qualidade de vida da população”. A Deliberação Normativa COPAM n.º 94, de 12 de abril de 2006, que estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental, apresenta uma lista exemplificativa de impactos negativos não mitigáveis sobre a biota. A emissão e lançamento de gases na atmosfera, que contribuam para as mudanças climáticas globais, são considerados, de acordo com esta deliberação, um impacto negativo não mitigável sobre a biota.

Considerando-se o estado de Minas Gerais, especificamente, exemplificamos a atuação do engenheiro ambiental em órgão públicos, demonstrando a instituição de alguns destes órgãos e suas seções destinadas ao tratamento da questão climática.

Um exemplo é a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), que elaborou a Resolução nº 1.996, de 07 de janeiro de 2014, que dispõe sobre a criação do Grupo Multidisciplinar de Trabalho para subsidiar a elaboração do Plano de Energia e Mudanças Climáticas do Estado de Minas Gerais, no âmbito do Sistema Estadual de Meio Ambiente – Sisema. Seu artigo 2º estabelece que o grupo multidisciplinar de trabalho será composto por representantes - titular e suplente - dos seguintes órgãos e unidades:

I - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD

II - Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM;

III – Instituto Estadual de Florestas – IEF;

IV – Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM;

V – Subsecretaria de Regularização Ambiental Integrada – SGRAI.

Todos estes órgãos e unidades são possíveis locais de trabalho de engenheiros ambientais. Sobre uma das competências da SEMAD, a alínea *e* do inciso II do art. 199 da Lei Delegada n.º 180, de 20 de janeiro de 2011, estabelece a formulação de planos, programas e projetos relativos a ações de adaptação e mitigação de danos ao meio ambiente, **relacionadas aos efeitos das mudanças climáticas**, dentre outros. Há também, em âmbito mineiro, o exemplo da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM. O Decreto n.º 45.825, de 20 de dezembro de 2011, que contém o seu estatuto, estabelece que a instituição deve contar com uma Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento que, por sua vez, contará com uma **Gerência de Energia e Mudanças Climáticas**. Esta diretoria tem por finalidade planejar, orientar e acompanhar as atividades de pesquisa, desenvolvimento e implementação de ações de combate às mudanças climáticas e de promoção à produção sustentável (artigo 20). Sobre o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) de Minas Gerais, a Deliberação Normativa COPAM n.º 177, de 22 de Agosto de 2012, dispõe que este contará, em sua estrutura, com a **Câmara Técnica de Energia e Mudanças Climáticas** (ar. 6º, inciso IV, alínea a).

Assim, demonstra-se algumas possibilidades de atuação do engenheiro ambiental nesta problemática. Os exemplos citados neste texto refletem o posicionamento que considera real a interferência antrópica no clima global. Chaudhry (2013) considera que apesar de ainda se enfrentar problemas ambientais, dentre os quais o autor cita a “continuada dificuldade na implementação das metas, acordadas após a Rio 92, de redução de gases responsáveis pelo efeito estufa e a *ameaça do aquecimento global*” (destaque nosso), tem havido progresso no que diz respeito à conscientização ambiental, que “continuará sendo tarefa primordial da sociedade humana”. Sobre isso, o autor considera que os profissionais que se formarem em engenharia ambiental contribuirão com o movimento de conscientização já existente, por meio da discussão das questões ambientais, atuando em todas as instâncias (governamental, privada e de pesquisa) desenvolvendo soluções sustentáveis para o futuro. Acreditamos que a discussão sobre as mudanças climáticas pode ser uma destas questões ambientais para as quais o profissional poderá contribuir.

Após abordarmos conceitos relativos às mudanças climáticas (capítulo 3), caracterizarmos o curso de Engenharia Ambiental e exemplificarmos a relação entre o tema e a atuação do profissional, o próximo capítulo apresentará os resultados obtidos, as tendências

gerais observadas quanto à abordagem do tema nos cursos e as concepções dos alunos a respeito do tema, de sua atuação profissional e das Geociências.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: TENDÊNCIAS GERAIS SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA NOS CURSOS E AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS

5.1 A abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas selecionadas

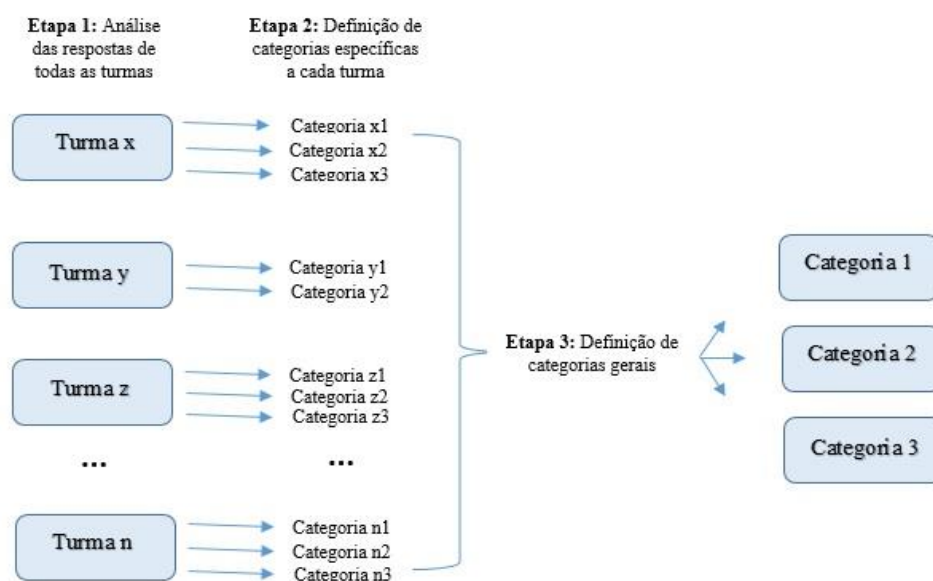
Descrever a abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas selecionadas foi considerado um dos principais objetivos desta pesquisa. Três foram as questões que buscaram investigar este aspecto: as questões 1, 2 e 3 dos questionários, descritas no apêndice 1. A primeira solicitou que os alunos apontassem relações entre o tema e a disciplina, quando eles considerassem haver tais relações. A segunda questiona como foi feita a abordagem do tema pelo professor, caso ele tivesse abordado, e a terceira solicita que os alunos relacionem os recursos didáticos utilizados na abordagem do tema. Estas questões estiveram presentes em todos os questionários. Além disso, foram realizadas entrevistas com os professores da disciplina de Climatologia, os quais foram questionados sobre a abordagem do tema durante suas aulas e os recursos didáticos utilizados.

As três perguntas mencionadas constaram nos questionários aplicados a todas as turmas participantes. Obteve-se, portanto, 185 respostas. Apresentaremos os resultados obtidos na análise da segunda e da terceira questões acima mencionadas, uma vez que as respostas dos alunos quanto às relações entre o tema e a disciplina (primeira questão) e quanto à abordagem do tema na disciplina (segunda questão) foram bastante similares, na medida em que a maioria dos alunos relacionou, na primeira resposta, tópicos em que o tema foi discutido na disciplina.

Os dados foram analisados em etapas: nas etapas iniciais emergiram categorias mais específicas e, nas etapas finais, categorias gerais que englobam o universo dos três cursos analisados como um todo. Isso significa que, a princípio, analisamos as respostas obtidas em cada turma, separadamente, e para cada turma estabelecemos categorias. Em seguida, estas categorias foram agrupadas em categorias gerais, que mostram as tendências observadas nas três instituições estudadas, como um todo.

A figura 5.1 ilustra o processo de análise das respostas às questões que investigaram a abordagem do tema nas instituições.

Figura 5.1 – Fluxograma da análise das respostas à questão que investigou a abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas



A tabela 5.1, mostra as categorias definidas para cada disciplina. Através da correspondência entre as cores das categorias, demonstramos como se deu a definição das categorias gerais. Cores iguais indicam categorias iguais ou semelhantes, que foram agrupadas e formaram uma categoria geral.

Tabela 5.1 – Categorias definidas nas disciplinas e correspondência entre categorias semelhantes, que aparecem em cores iguais

FACTHUS		UNIUBE		UFTM	
Disciplina	Categorias	Disciplina	Categoria	Disciplina	Categoria
Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental (Facthus)	Documentário, explicação oral e textos	Ecologia de Ecossistemas	As mudanças climáticas foram abordadas em diferentes tópicos da disciplina	Geologia Geral	Abordado nos tópicos processos geológicos, tempo geológico, vida terrestre
			Apresentou os argumentos dos cientistas céticos e do IPCC		Discussão sobre causas das mudanças climáticas
Hidrologia e Climatologia/Recursos Naturais (Facthus)	Discussão sobre argumentos dos cientistas céticos e do IPCC	Climatologia	Relações entre temas explicados e as mudanças climáticas	Geologia Ambiental	Abordagem da controvérsia acerca do tema
	Discussão sobre causas e consequências		Abordou através de explicação oral, seminários, debate, relatórios e provas		Abordagem de consequência das mudanças climáticas
		Ecotoxicologia	O tema não foi abordado		Abordagem de temas importantes para a compreensão do fenômeno
Controle da poluição ambiental IV (Monitoramento ambiental)			Abordado nos tópicos poluição e monitoramento da atmosfera	Climatologia e Meteorologia	Abordagem por meio de seminário, slides, artigos e relatórios e comunicação oral.
					Abordagem de causas e consequências das mudanças climáticas
					Abordagem da controvérsia
				Química Ambiental	Discussão de tópicos estudados na disciplina
				Hidrologia Ambiental	Discussão sobre eventos extremos, recursos hídricos e ciclo hidrológico.

Ao se agrupar as categorias específicas semelhantes, definiram-se as seguintes categorias:

- **Categoria 1: Discussão sobre a controvérsia relacionada ao aquecimento global antropocêntrico**
- **Categoria 2: Abordagem do tema na discussão de diferentes tópicos estudados nas disciplinas**
- **Categoria 3: Discussão sobre causas e consequências das mudanças climáticas**

Além destas categorias, houve alunos que explicaram os recursos/estratégias didáticas utilizados pelos professores. O conjunto destas respostas não será tratado como uma categoria específica de análise da abordagem do tema nas disciplinas visto que o questionário continha outra pergunta referente a recursos didáticos, cujas respostas serão detalhadas no item 5.2.

A categoria 1 foi definida predominantemente a partir das respostas dos alunos das disciplinas de Climatologia. Os alunos afirmaram que os professores discutiram a controvérsia acerca do tema, e alguns relataram a realização de um debate, o que será abordado também no item 5.2 a seguir. O item 5.4 tratará sobre as concepções dos alunos a respeito do tema das mudanças climáticas, e partir destas concepções pode-se ter uma ideia sobre como a discussão acerca da controvérsia relacionada ao aquecimento global antropocêntrico foi abordada nas disciplinas de Climatologia e em outras disciplinas cujos alunos responderam à questão que investigou sua concepção sobre o tema. No total, vinte e nove respostas (15,67% do total) compuseram esta categoria 1, sendo que onze delas são de alunos da disciplina de Geologia Ambiental da UFTM. Os alunos afirmaram que o professor exibiu dois documentários: um que apresentou as ideias de cientistas céticos e outro que tratou do aquecimento global antropogênico. O nome do documentário não foi citado.

A categoria “Abordagem do tema na discussão de diferentes tópicos estudados nas disciplinas” foi definida em sete das onze turmas participantes da pesquisa, como mostra a tabela 5.1. Do total de 185 questionários respondidos, 76 respostas (41,08%) pertencem a esta categoria. As disciplinas nas quais se estabeleceu esta categoria na Uniube foram Ecologia de Ecossistemas, Climatologia e Monitoramento ambiental (Controle da Poluição Ambiental IV); e na UFTM foram Geologia Geral, Climatologia e Meteorologia, Química Ambiental e Hidrologia Ambiental. Os tópicos mencionados pelos alunos são descritos na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Tópicos no âmbito dos quais se abordou o tema das mudanças climáticas

	Disciplina	Quantidade respondentes	Tópico mencionado	Quantidade de menções
Uniube	Ecologia de Ecossistemas	4	Influência da ação antrópica no clima e ecossistemas	3
			Ciclos do carbono e nitrogênio	2
			Cadeias alimentares	1
	Climatologia	23	Relação entre o tema e os tópicos: geadas, chuvas, vento, radiação solar, temperatura, ciclones, evapotranspiração, umidade relativa e correntes oceânicas	6
			Influência do clima na agricultura	2
	Monitoramento ambiental	14	Poluição atmosférica	4
Monitoramento atmosférico			3	
UFTM	Geologia geral	42	Tempo geológico	19
			Processos geológicos (clima e formações geológicas; ciclo da água e das rochas; intemperismo; sustentabilidade; oceanos; tectônica de placas e recursos minerais)	12
			Relação entre o clima e a vida	9
	Climatologia	24	Temas importantes para a compreensão do fenômeno	8
	Química ambiental	11	Efeito estufa	7
			Composição da atmosfera	5
			Impactos da atividade antrópica	5
			Inversão térmica	3
			Camada de Ozônio	3

Hidrologia ambiental	24	Aquecimento global	2
		Smog químico	2
		Fontes de energia	1
		Ciclo hidrológico	1
		Influência das mudanças climáticas nos recursos hídricos/ciclo hidrológico	5
		Eventos extremos	2

As respostas foram generalizadas e na maioria das vezes os alunos apenas mencionaram estes tópicos, sem detalhar como se deu a discussão. No caso da disciplina de Climatologia e Meteorologia, da UFTM, por exemplo, dos 24 alunos que responderam ao questionário, oito explicaram que foram abordados temas importantes para a compreensão do fenômeno, mas nenhum deles informou quais tópicos. A docente da disciplina informou, no entanto, que discutiu “(...) as movimentações de massa; as áreas de baixa, alta pressão; como isso influenciava no clima do planeta; como é que pela análise geológica a gente poderia avaliar (...).”

Apesar de os alunos não terem detalhado suas respostas, uma visão geral nos tópicos por eles mencionados permite-nos inferir se o tema foi abordado sob uma visão cética ou “aquecimentista”. Por exemplo, alunos de Ecologia de Ecossistemas apresentaram respostas que demonstram posicionamento que considera as ações antrópicas prejudiciais para o clima e consequentemente para os ecossistemas. Os alunos de Monitoramento ambiental apresentaram posicionamento semelhante, com relação especificamente à poluição atmosférica. Na disciplina de Química Ambiental este posicionamento também foi predominante. Nas disciplinas de Climatologia e Geologia Geral, por outro lado, os alunos mencionam que tema foi abordado no âmbito de discussões sobre processos ou fenômenos naturais, não tendo focado suas respostas apenas nas ações antrópicas.

Estes dados indicam, portanto, a abordagem de diferentes visões sobre o tema, dependendo da disciplina em que é tratado. De uma forma geral, porém, as respostas mostraram que ao se abordar o tema nos cursos, a influência antrópica não foi descartada, pelo menos para a maioria das disciplinas analisadas. Um exemplo desta afirmação ficou

claro, para o caso específico da Factus, quando o professor de Climatologia disse, em entrevista: *“os demais professores nas outras disciplinas... eu sei que eles focam sequestro de carbono, aquecimento, falam só disso; eu quis mostrar uma outra vertente (...)”*. E de fato, as respostas dos alunos desta instituição, sobre as suas concepções sobre o tema, pertenceram, quase que em sua totalidade, à categoria que considera que as mudanças climáticas ocorrem devido às atividades antrópicas, como veremos adiante.

Embora nenhuma resposta dos alunos da Factus tenha se enquadrado nesta categoria, o professor de Climatologia da instituição, embora tenha informado que discutiu a “outra vertente” – cética – da questão climática, afirmou que abordou o tema ao discutir o desenvolvimento das plantas. Ele informou a partir desta perspectiva, abordou “(...) questões climáticas, umidade de ar, umidade relativa, temperatura, índice pluviométrico, voltados para a planta”. Sua abordagem possivelmente se relaciona com sua área de experiência, a Engenharia Agrícola.

A categoria “Discussão sobre causas e consequências das mudanças climáticas” foi definida em cinco turmas participantes da pesquisa. Dos 185 alunos que responderam à pergunta sobre a abordagem do tema, 25 respostas integraram esta categoria (13,51%), sendo:

- 04 respostas de alunos de Hidrologia e Climatologia, da Factus;
- 02 de alunos de Monitoramento ambiental (Controle da poluição ambiental IV), da Uniube;
- 08 respostas de alunos de Geologia Geral, da UFTM;
- 08 respostas de alunos de Geologia ambiental, da UFTM;
- 03 respostas de alunos de Climatologia e Meteorologia da UFTM.

Dos alunos de Hidrologia e Climatologia, da Factus, três afirmaram que o professor discutiu exemplos de fenômenos que ocorrem em consequência da mudança climática (embora não especificam que fenômenos são esses); e um aluno respondeu que foram discutidas as causas para as mudanças, também sem detalhar. Os alunos de Monitoramento ambiental da Uniube citaram os efeitos sobre a fauna e a migração e extinção de espécies devido às condições climáticas, e os efeitos sobre a população e às áreas urbanas (UM2.03 e UM2.04). Quanto aos alunos de Geologia geral da UFTM, quatro responderam generalizadamente, informando que foram dados exemplos sobre mudanças que ocorrem no mundo (UFGG2.36); ou que fatores e possíveis causas foram explicados, além de um aluno (UFGG2.05) esclarecer que o aquecimento global “mais intenso” foi atribuído a ações

antrópicas ou a causas naturais, discutindo-se a opinião de cientistas. Um aluno informou que as alterações climáticas são provocadas pela intervenção antrópica no meio (UFGG2.30) e outros dois estudantes disseram que a mudança ocorre em decorrência de acontecimentos geológicos (UFGG2.31) e que o homem pode não estar contribuindo para o aquecimento global, uma vez que o clima pode estar se alterando naturalmente (UFGG2.10).

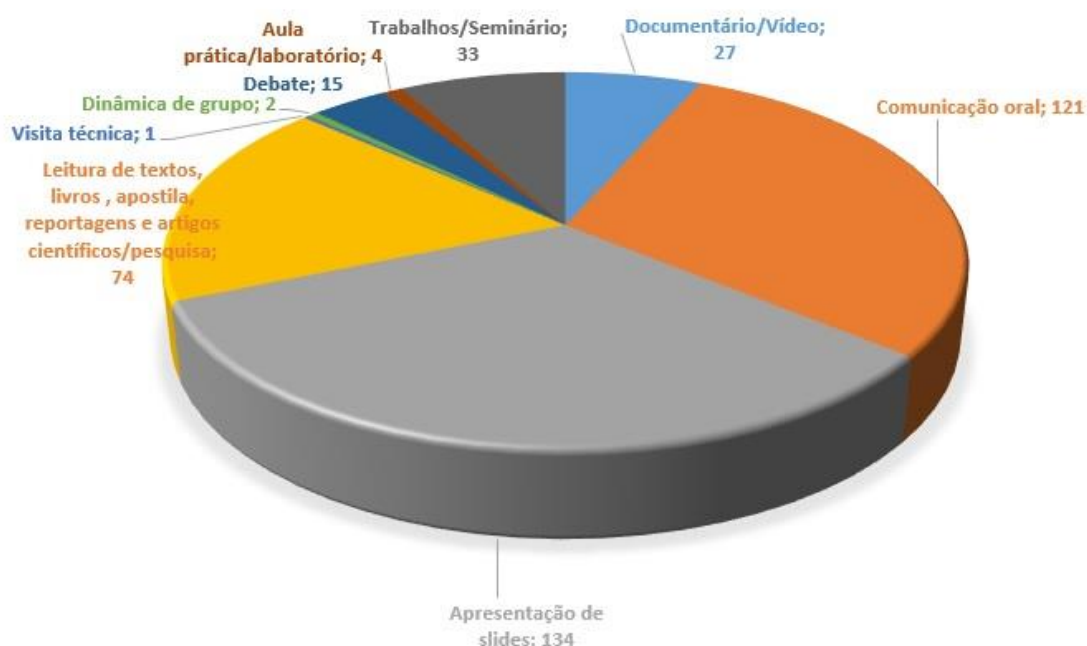
Os alunos de Geologia ambiental relataram que o professor abordou as consequências do fenômeno, sendo citados os eventos extremos e os desastres naturais (UFGA2.07, 11, 15, 19 e 20), além de um aluno mencionar os “movimentos de solos” (UFGA2.05). Os demais apenas responderam que as consequências das mudanças do clima foram abordadas. O mesmo pode ser afirmado sobre as três respostas dos alunos de Climatologia e Meteorologia constantes dessa categoria.

Além das respostas categorizadas descritas neste item, houve alunos que responderam que o tema das mudanças climáticas não foi abordado em determinadas disciplinas, totalizando 18 respostas (9,73%). Na turma de Controle da poluição ambiental I (Ecotoxicologia), da Uniube, do total de cinco respondentes, quatro afirmaram que o tema não foi abordado na disciplina. O aluno que respondeu afirmativamente não forneceu detalhes sobre a abordagem. Três alunos da disciplina de Monitoramento Ambiental, onde se obteve 14 respostas, disseram que o tema não foi discutido durante as aulas. Na UFTM, dois alunos da disciplina de Climatologia e Meteorologia, que contava com 25 alunos, responderam que o tema não foi abordado na sala de aula; e na turma de Hidrologia Ambiental, nove alunos relataram a não abordagem do tema. Excluindo-se as turmas de Ecotoxicologia e Hidrologia Ambiental (em que nove dos vinte e quatro alunos da turma responderam que o tema foi abordado, e o restante afirmou ou que o tema não foi abordado, ou que foi abordado de forma “indireta”, superficialmente), os alunos que responderam negativamente foram minoria em suas turmas – três em Monitoramento Ambiental e dois em Climatologia e Meteorologia – o que indica que, mesmo que o tema tenha sido discutido durante estas aulas, estes estudantes podem não ter considerado as discussões relevantes no contexto da disciplina, ou de suas concepções sobre os assuntos tratados na disciplina, ou, ainda, podem não ter se interessado em responder à questão.

5.2 Recursos e estratégias didáticas utilizados na discussão sobre mudanças climáticas

Conforme podemos verificar na tabela 5.1, alguns alunos, ao responderem à questão referente à abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas, relataram os recursos e/ou estratégias didáticas utilizadas pelos professores ao mencionarem o tema. Isso aconteceu nas turmas de Geologia para Engenharia/Geoquímica ambiental da Factus, e nas turmas de Climatologia da Uniube e da UFTM. No entanto, todos os questionários contavam com uma questão que inquiria quais os recursos didáticos utilizados pelo docente na abordagem do assunto. Por isso, os alunos que responderam à questão relativa à abordagem do tema explicando os recursos didáticos, repetiram suas respostas ao responderem esta questão. A figura 5.2 apresenta a síntese das respostas dos alunos sobre os recursos e estratégias didáticas utilizados pelos docentes na abordagem do tema das mudanças climáticas durante suas aulas. A análise destas respostas foi semelhante à análise ilustrada na figura 5.1, no entanto, ao invés de definirmos categorias específicas a cada disciplina, elaboramos uma lista de recursos mencionados pelos alunos da disciplina. Posteriormente, eles foram somados e elaboramos este gráfico, que apresenta os tipos de recursos/estratégias utilizados nas três instituições.

Figura 5.2 – Recursos/estratégias didáticas utilizados pelos docentes na abordagem do tema das mudanças climáticas



O gráfico mostra que, em sua maioria, as aulas foram expositivas, tendo os professores utilizado a apresentação de slides e comunicação oral durante suas aulas e discussões sobre o tema. Das 185 respostas, 72,43% reportaram a utilização de slides, e a comunicação oral foi relatada em 65,40% delas. Estas estratégias didáticas foram mencionadas em todas as turmas. Com exceção da turma de Ecotoxicologia, da Uniube, em que apenas um aluno respondeu afirmativamente quanto à abordagem do tema na disciplina, ao menos a metade dos alunos de cada disciplina mencionaram a utilização de slides e a comunicação oral na abordagem do tema (o aluno de Ecotoxicologia também citou estes recursos).

Sobre esta predominância de aulas expositivas, Anastasiou e Alves (2003) comentam que existe entre docentes universitários o hábito de se trabalhar com aulas expositivas ou palestras, e considera que esta prática reforça a transmissão de conteúdos prontos e determinados. As autoras fazem uma importante observação ao afirmar que os próprios docentes vivenciaram este formato de aulas expositivas quando eram alunos. Isto mostra a perpetuação de um modelo que, ao menos para a discussão de temas científicos complexos e controversos, não possibilita a construção crítica do conhecimento por parte dos alunos. Um exemplo interessante foi verificado a partir da experiência da professora de Climatologia da UFTM. A docente, engenheira ambiental formada na Uniube, foi aluna do mesmo professor de Climatologia desta instituição que participou da pesquisa – assim como a pesquisadora. Como foi relatado na entrevista, ela utilizou a mesma estratégia utilizada pelo professor – o debate – durante as suas aulas. Este é um exemplo da retransmissão de estratégias desafiadoras, e que conseguem chamar a atenção dos alunos para os temas tratados. Uma alternativa às aulas predominantemente expositivas, dentre as estratégias elencadas por Anastasiou e Alves (op. cit., p.79) seria a aula expositiva dialogada, por meio da qual o professor poderia contextualizar o tema das mudanças climáticas de modo a mobilizar o raciocínio do estudante para operar com as informações que ele já traz a respeito do tema – da formação escolar anterior, das mídias – articulando-as às que serão apresentadas. Outro aspecto interessante da dinâmica desta estratégia é a busca pelo estabelecimento de conexões entre a experiência vivencial dos alunos, o tema estudado e o todo da disciplina. O espaço para questionamentos, críticas e solução de dúvidas, a discussão e a reflexão em grupo sobre a questão estudada possibilita que, ao final, uma síntese integradora seja elaborada por todos (idem).

A terceira estratégia didática mais mencionada pelos alunos foi a leitura de textos, livros, apostila, reportagens, artigos científicos ou o incentivo à pesquisa, também mencionada em todas as turmas, com exceção de Ecotoxicologia, da Uniube. Isso indica o incentivo, por parte dos docentes, à investigação acerca do tema. As estratégias de estudo de textos e ensino com pesquisa são elencadas por Anastasiou e Alves (po.cit.), como algumas das que podem contribuir para que o aluno atue, na busca pela construção do conhecimento, de forma mais autônoma e significativa.

Além destas três estratégias educacionais, houve casos específicos. Todos os alunos da turma de Química ambiental, da UFTM, afirmaram que o tema foi também tratado na apresentação de um seminário. Alunos das disciplinas de Climatologia da Uniube e da UFTM também relataram a discussão do tema em apresentações de seminários. Nas disciplinas de Hidrologia Ambiental e Geologia Ambiental, da UFTM, e Monitoramento Ambiental e Ecologia de Ecossistemas, da Uniube, poucos alunos citaram seminários.

Embora os professores de Climatologia tenham relatado que realizaram um debate sobre o tema, o recurso foi mencionado por um aluno de Climatologia e Hidrologia da Factus, e por nove alunos de Climatologia da Uniube. Na UFTM, quando da aplicação dos questionários, o debate ainda não tinha sido realizado, como esclareceu a professora da disciplina. Dois alunos de Monitoramento ambiental (Uniube) e Geologia ambiental (UFTM), além de um aluno de Geologia geral (UFTM) também mencionaram a realização de debate sobre o tema.

A exibição de documentário foi relatada em respostas das turmas de Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental, da Factus (sete dos nove alunos da turma citaram este recurso), Geologia Geral e Geologia Ambiental, ambas da UFTM. Os alunos da Factus não informaram o título do documentário; um aluno relatou que ele foi exibido na disciplina de Geoquímica Ambiental (FG2.06). Treze alunos de Geologia Ambiental mencionaram a exibição de dois documentários (um que apresentou ideias céticas e outro que apresentou ideias “aquecimentistas”). Sete alunos de Geologia Geral relataram que o documentário tratou sobre o período Permiano.

Os demais recursos/estratégias informados pelos estudantes foram a realização de aula prática ou em laboratório (informado por um aluno da turma de Hidrologia e Climatologia/Recursos Naturais, um de Monitoramento Ambiental, um de Climatologia e Meteorologia da UFTM e um de Hidrologia Ambiental, mas os estudantes não deram detalhes

sobre as atividades realizadas); a visita técnica (um aluno mencionou uma aula de campo da disciplina de Geologia para Engenharia realizada em uma gruta, quando o professor falou sobre a influência do clima neste tipo de ambiente) e a dinâmica de grupo (informado por um aluno da turma de Hidrologia e Climatologia/Recursos Naturais e um de Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental). Entendemos que, a respeito destas estratégias didáticas mencionadas por um número menor de alunos, os docentes podem ter aproveitado o contexto das atividades e mencionado temas relativos ao clima, o que pode não ter sido significativo para alguns alunos, mas ter sido recordado por outros.

5.3 Concepções dos alunos sobre as relações entre o tema e sua futura atuação profissional

Gondim (2002), em um estudo que objetivou avaliar a percepção de estudantes universitários de diferentes cursos sobre sua formação escolar, suas opções de atuação profissional e sua prontidão para se inserir no mercado de trabalho, mencionou dois papéis que, a seu ver, à época da realização de sua pesquisa, a universidade estava sendo convocada a assumir: o de educar e o de preparar profissionais para atender às novas demandas do mercado de trabalho. Para a autora, a questão que se colocava era entender a maneira como os estudantes percebem, interpretam e reagem neste contexto, o que a levou a desenvolver sua pesquisa. Sobre a preparação de estudantes para o mercado de trabalho, Moraes (1999) considera que, tradicionalmente, a educação vem tentando ser um instrumento de preparação do futuro profissional para o mundo do trabalho, oferecendo informações armazenadas pela cultura e ajudando no processo de construção dos conhecimentos técnicos para que possa desempenhar bem o seu papel em sua área de atuação.

Por considerarmos relevante a questão da percepção dos estudantes sobre suas opções de atuação profissional, incluímos uma pergunta que investigou sua percepção sobre as possíveis relações entre a futura atuação profissional do engenheiro ambiental e o tema estudado. Entendemos que a problemática das mudanças climáticas, por sua relevância na atualidade, pode se relacionar com o trabalho de engenheiros ambientais, e julgamos que as concepções dos alunos sobre esta relação contribuem para alcançarmos o objetivo geral deste trabalho.

A pergunta não constou dos questionários de turmas que ainda não haviam cursado a disciplina de Climatologia, (exceto quando a relação entre os tópicos da ementa e o tema das mudanças climáticas for explícita, o que é o caso da disciplina de Química Ambiental). Foi elaborada uma questão específica para a turma de Geologia para Engenharia e Geoquímica Ambiental da Faculdade de Talentos Humanos referente ao controle da poluição atmosférica, um assunto abordado em Geoquímica Ambiental.

Observando estes critérios, os questionários foram aplicados aos alunos das disciplinas de Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental e de Hidrologia e Climatologia/Recursos Naturais da Faculdade de Talentos Humanos (Facthus); aos alunos de Climatologia, de Controle da poluição ambiental I (Ecotoxicologia) e de Controle da poluição ambiental IV (Monitoramento ambiental) da Universidade de Uberaba (Uniube); e das disciplinas de Climatologia e Meteorologia e Química Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Obtivemos 17 respostas na Facthus, 42 respostas na Uniube e 36 na UFTM, totalizando 95 respostas.

Aos professores de Climatologia também foi questionado se o tema é colocado na aula como uma área de futura atuação profissional do engenheiro ambiental. O professor da Uniube afirmou que ressaltou a área da pesquisa sobre este tema. O professor da Facthus disse que abordou possibilidades na área da meteorologia e incentivou a pesquisa sobre o tema, e a professora da UFTM disse que o tema não foi colocado como possível futuro campo de atuação profissional. Ela explica que orienta os alunos a analisarem o que está acontecendo no mercado e “o que o pessoal está fazendo para ganhar ‘em cima’ das questões ambientais”, apresentando um ponto de vista mais cético a respeito da questão.

Como procedemos na análise das respostas dos alunos referentes à abordagem do tema das mudanças climáticas nas disciplinas, analisamos separadamente as respostas obtidas em cada turma, definindo categorias específicas e, posteriormente, elaboramos a Tabela 5.3, que apresenta as categorias definidas. A partir delas, estabelecemos categorias gerais, agrupando as categorias semelhantes, mostradas na Tabela 5.3 em cores iguais.

Tabela 5.3 – Percepção dos alunos sobre as relações entre o tema das mudanças climáticas e sua atuação profissional

Factus	Uniube	UFTM
Gestão de processos e mitigação de impactos ambientais	Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos	Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos
Educação ambiental e pesquisa	Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas	Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas

As categorias gerais definidas a partir da análise específica para cada curso investigado foram:

- **Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas**
- **Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos**
- **Educação ambiental e pesquisa**

5.3.1 Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas

Esta categoria foi comum às três instituições investigadas, incluindo 40 respostas (42,1% do total) que apontaram a competência do engenheiro ambiental para mitigar impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas. No caso da Factus, do total de 17 alunos que responderam à questão, 11 respostas se enquadraram nesta categoria. Os estudantes enfatizaram a competência do engenheiro ambiental em evitar, minimizar ou mitigar impactos, os quais, segundo sua concepção, contribuem para acentuar as mudanças climáticas. Das onze respostas desta categoria, seis, provenientes de alunos da turma de Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental, caracterizaram os impactos como aqueles oriundos das emissões de gases na atmosfera. As outras respostas mencionaram a mitigação de impactos de forma geral, sem especificar quais os impactos ou quais as atividades geradoras.

Buscamos os campos de atuação profissional descritos no projeto pedagógico do curso desta instituição. O projeto pedagógico do curso da Fathus menciona as atividades estabelecidas na Resolução nº 447, de 22 de setembro de 2000, que dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais. São elas as atividades 1 a 14 e 18 descritas no artigo 1º da Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, porém, referentes à *administração, gestão e ordenamento ambientais e ao monitoramento e mitigação de impactos ambientais*, seus serviços afins e correlatos. Assim, no que diz respeito a possibilidades de atuação profissional de uma forma geral, podemos considerar que a percepção dos alunos da instituição está em consonância com o documento, já que o mesmo estabelece a mitigação de impactos ambientais como atividade que compete ao engenheiro ambiental.

Dos 42 alunos da Uniube que responderam esta questão, 14 respostas pertencem a esta categoria, sendo oito da disciplina de Climatologia e seis de Monitoramento ambiental. A seguir, são apresentados alguns exemplos dos argumentos utilizados.

“Sim. Um engenheiro ambiental deve buscar formas de melhorar as condições de vida do planeta, isso engloba tanto nós, seres humanos, quanto fauna e flora, e as mudanças climáticas têm relação direta com o “bem estar” do planeta.” (UC5.08)

“Sim, de tal forma que podemos dar medidas mitigatórias para certos empreendimentos onde os mesmos podem diminuir suas emissões de gases poluentes e entre outras ações que interferem nas mudanças climáticas. Assim podemos diminuir essas emissões com tais atitudes para que minimize as mudanças climáticas.” (UM5.02)

“Sim. Atualmente não acredito que a poluição antrópica, como disse anteriormente, possa fazer diferença nas mudanças climáticas globais. Porém, se continuar aumentando, talvez daqui a alguns anos possa vir a influenciar. Por isso, como engenheiro ambiental, pretendo trabalhar para a diminuição da poluição, conseqüentemente, aliviando a pressão futura que o nosso planeta possa vir a sofrer.” (UM5.06)

“Sim, se realmente as mudanças climáticas tiverem origem antrópica, há práticas que podem interferir positivamente, como métodos de controle de poluição atmosférica, entre outros.” (UM5.10)

O projeto pedagógico do curso da Uniube informa que umas das competências/habilidades a ser demonstradas pelo egresso é a de avaliar o impacto das atividades antrópicas no contexto socioambiental e realizar ações que proporcionem a prevenção da poluição e/ou reparação da degradação ambiental garantindo uma melhor qualidade de vida à população. Informa também que a promoção da identificação de processos de degradação ambiental para a elaboração de propostas de recuperação do ambiente, respeitando a condição social, cultural e econômica da comunidade envolvida, estimulando a adoção dos princípios da sustentabilidade, é um dos objetivos do curso. Caracteriza-se, assim, esta modalidade da engenharia como uma área voltada à mitigação dos impactos das atividades antrópicas no meio, e os alunos remeteram a este aspecto.

Por exemplo, a resposta UM5.02 cita a atuação do engenheiro ambiental no controle de emissões de gases na atmosfera. A relação estabelecida pelo aluno entre a poluição causada por atividades antrópicas e a emissão de gases concorda com as informações divulgadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), por meio de seus relatórios, quanto à contribuição humana como agente modificador do clima global, o discurso dominante no âmbito da questão climática. Esta relação foi apontada também nas respostas UM5.06 e UM5.10, todas de alunos da disciplina de Monitoramento ambiental - cujas respostas pertencem predominantemente a esta categoria. A ementa desta disciplina dá indícios de que esta predominância se deve ao fato de ela ser voltada à solução de impactos das atividades humanas em diferentes esferas, como por exemplo, nos solos e substratos, nos recursos hídricos e na atmosfera. Além da relação entre controle da poluição atmosférica e o clima, as respostas UM5.06 e UM5.10 abordaram a questão da influência antrópica nas mudanças. A resposta UM5.04 cita o reflorestamento e a reciclagem de materiais como medidas mitigadoras de mudanças climáticas. Outros alunos da Uniube mencionaram ainda, como medidas mitigadoras, o monitoramento das mudanças climáticas e o desenvolvimento de alternativas sustentáveis que minimizem os efeitos das mudanças. A resposta UC5.08 afirma que o engenheiro ambiental busca melhorar as condições de vida do planeta, pontuando a relação entre o clima e o “bem-estar” da Terra. Ao descrever características da atuação técnica do curso, o projeto pedagógico destaca a demanda pela qualidade de vida, o que coincide com a percepção do aluno.

As respostas dos alunos da UFTM seguem a mesma tendência das outras pertencentes a esta categoria. Os respondentes reconhecem a competência do engenheiro ambiental na mitigação de impactos. Alguns mencionam medidas de mitigação, tais como o controle da poluição atmosférica (UFQ4.01, UFQ4.09), o planejamento urbano (UFC5.03, UFC5.05 e UFC5.25), e a educação ambiental (UFC5.04). Alguns outros exemplos transcritos:

“Sim, porque apesar dessas mudanças serem naturais, elas afetam diretamente o bem-estar da população e o meio ambiente, sendo necessário que o engenheiro ambiental obtenha conhecimentos nessa área para melhor atender as necessidades da sociedade, quando essas mudanças acarretarem efeitos negativos.” (UFC5.06)

“Sim, a função do engenheiro ambiental é encontrar medidas e resolver problemas a fim de minimizar os efeitos do desenvolvimento sobre o meio ambiente, garantindo a saúde e bem estar da população e a mudança climática vem sendo muito discutida pelo fato da forte alteração no meio ambiente e consequentemente ao homem.” (UFC5.12)

“Sim, o engenheiro ambiental pode trabalhar em diversas áreas e uma dessas áreas poderia ser mudanças climáticas. Executando diagnósticos de problemas climáticos em cidades, empresas ou regiões e executando projetos, gestões e tecnologias como alternativa para a solução.” (UFQ4.05)

O projeto pedagógico do curso da UFTM (2013), em seu item dedicado a caracterizar o perfil do egresso, informa que ele estará apto, dentre outras habilidades, a prevenir, minimizar e remediar impactos ambientais negativos. Além disso, o egresso deverá avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental e adquirir conhecimentos sólidos das ciências fundamentais de base para a engenharia (matemática, física, química, biologia), das ciências ambientais (água, ar solo) e das tecnologias de controle ambiental. Segundo o documento, essa formação leva a uma aplicação diferenciada das disciplinas que fazem a ponte das ciências básicas com a aplicação tecnológica, o que resulta em visão própria e particular na caracterização ambiental, na avaliação de impactos ambientais e na aplicação de tecnologias, seja para a prevenção ou para o controle da poluição ambiental (UFTM, 2013). Isto é, a atuação profissional é principalmente voltada para a mitigação de impactos ambientais. Os alunos cujas respostas se enquadram nesta categoria demonstraram

estar cientes quanto a essa característica do perfil profissional do engenheiro ambiental, assim como ocorreu nas outras instituições.

5.3.2 Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos

Dos 95 respondentes, 30 (31,58%) entendem que os conhecimentos a respeito do clima e suas mudanças devem ser considerados e aplicados nos projetos que desenvolverão como engenheiros ambientais. Esta categoria foi definida a partir de respostas de alunos das disciplinas de Climatologia (12 respostas), Monitoramento Ambiental (4 respostas) e Ecotoxicologia (1 resposta), da Uniube; e de Climatologia e Meteorologia (11 respostas) e Química Ambiental (2 respostas), da UFTM.

As respostas transcritas abaixo exemplificam a argumentação dos estudantes da Uniube, com destaque em negrito para os campos/projetos/atividades de atuação, quando especificados pelos estudantes.

*“Este tema é passível para alterações em várias áreas de atuação da Engenharia Ambiental, trabalhos de **recuperação de áreas degradadas, sistemas de plantio**, determinação de **estudos de impacto ambiental** e etc.”.*
(UC5.05)

*“Sim. Devemos ter o conhecimento das mudanças climáticas, de climatologia em geral, porque para um engenheiro ambiental, tanto na **agricultura** como na **construção**, interfere no seu trabalho”.* (UC5.19)

*“Sim. As mudanças climáticas que vem ocorrendo atualmente trazem algumas situações inesperadas, como por exemplo, chuvas em períodos que normalmente não chove, o que pode alterar **estudos de vazão**, por exemplo”.*
(UM5.08)

*“Sim, pois é necessário desenvolver técnicas de **melhoramento de exploração de recursos naturais**, considerando fatores climáticos, como índices pluviométricos, temperatura, incidência da luz solar, etc.”.*
(UM5.12)

Observamos inicialmente as percepções dos alunos sobre os campos em que poderão atuar e procuramos fazer correspondências com os campos descritos nos projetos pedagógicos das instituições, além dos relatos dos professores entrevistados (que serão melhor detalhados no capítulo seguinte).

De acordo com o projeto pedagógico do curso da Uniube (2013), o engenheiro ambiental pode atuar em diversas áreas, em ambiente urbano, rural ou industrial, apresentando como exemplos as seguintes atividades:

- Caracterização e planejamento ambiental do território;
- Licenciamento ambiental de atividades;
- Estudos de impacto ambiental;
- Monitoramento e avaliação da qualidade ambiental (água, solo e ar);
- Controle da poluição ambiental (água, solo e ar);
- Sistemas de gestão ambiental em atividades produtivas;
- Gerenciamento de riscos em atividades produtivas; saneamento ambiental;
- Concepção, projeto e implementação de programas e tecnologias de Ecoeficiência,
- Análise de Ciclo de Vida de Produtos e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) em organizações empresariais;
- Recuperação de áreas degradadas;
- Adequação e Certificação ambiental de empresas;
- Planejamento e gestão de recursos hídricos; e
- Desenvolvimento de tecnologias de proteção ao meio ambiente.

Percebe-se que, de modo geral, quando os estudantes indicam o clima como um fator determinante para certo estudo, eles o apontam como uma variável que interfere neste estudo. Esta percepção concorda também com a explicação dada pelo docente responsável pela disciplina (P2), que, ao ser questionado, em entrevista, sobre o objetivo da disciplina de Climatologia, esclareceu:

“(...)Então, tem que ser muito mais voltado para resolver problemas do dia a dia do engenheiro ambiental, e, a climatologia está envolvida em tudo, não é... na verdade, todo e qualquer projeto dentro da engenharia ambiental tem que contemplar a climatologia; a climatologia tem que estar dentro de tudo, principalmente as entradas, que são precipitação e a irrigação, e as saídas, né, o aluno tem que saber quantificar isso”. (P2)

As transcrições exemplificadas mostram correspondência entre os exemplos dados pelos estudantes e as atividades descritas no projeto pedagógico do curso. No entanto, as atividades foram apenas citadas e as relações não foram bem detalhadas pelos alunos, que não definiram em que medida a questão das mudanças climáticas se insere no campo. Gondim (2002) encontrou resultados parecidos em seu estudo sobre as perspectivas de universitários a respeito de seu perfil profissional e o mercado de trabalho, pois, segundo a autora, o estudante, ao ser indagado acerca de seu perfil profissional, tem dificuldade em explicitá-lo com clareza.

O projeto pedagógico da UFTM informa que a atuação da Engenharia Ambiental deve privilegiar dois temas distintos: a recuperação de áreas ou ambientes impactados e a prevenção de novos impactos, sendo que o engenheiro ambiental formado pela UFTM estará apto a avaliar a dimensão das alterações ambientais causadas pelas mais diferentes atividades do homem (UFTM, 2013, p.14). Informa, também, que os alunos do curso estão sendo preparados para atuarem, com ética, na iniciativa privada (firmas de consultoria e indústria) e em órgãos públicos (órgãos ambientais, companhias de saneamento, prefeituras, órgãos gestores, instituições de ensino e pesquisa, entre outros) (UFTM, 2013, p.34). As transcrições exemplificam as respostas dos estudantes relativas às suas percepções quanto às relações entre sua atuação profissional e o tema investigado obtidas na UFTM:

*“O tema se relaciona com as atividades que o engenheiro ambiental poderá desenvolver de uma forma direta. Porque em cada **projeto** deve ser considerado as mudanças climáticas com o objetivo de não ocorrer uma falha devido à falta de conhecimento climático. O clima influencia as atividades econômicas e sociais”.* (UFC5.09)

*“Sim, as mudanças climáticas irão acontecer de qualquer maneira, e os engenheiros ambientais devem entender como e onde ocorrem a fim de realizar a previsão de como isso influenciará seus **projetos relacionados ao solo, água, ar, obras hidráulicas** e etc.”.* (UFC5.11)

*“Sim, por meio de aplicações de **projetos** que visem **a melhoria da qualidade de vida da população**, sendo este um dos objetivos da engenharia ambiental {sic}”.* (UFC5.18)

*“Sim, as mudanças no clima acarretam mudanças na composição dos gases poluentes na atmosfera, que interferem diretamente nos processos de chuva, umidade e temperatura. Para um engenheiro ambiental, esses são **fatores analisados em qualquer projeto**, e além disso, as mudanças climáticas*

causam mudanças na composição do solo, da água e da atmosfera, que são fatores de extrema valia para um engenheiro ambiental”. (UFC5.23)

*“Sim, posso citar como exemplo **análise da qualidade do ar** e causadores da poluição. Inclusive é um tema de projeto de extensão que se eu for escolhido começarei a realiza-lo em 2014, no qual o projeto visa a analisar doenças respiratórias em escolas de Uberaba. Como futuro engenheiro ambiental analiso este tema como fundamental estudo para todo país e inclusive para todo mundo. Mudanças climáticas vem sendo cada vez mais expostas pelos grandes meios de comunicação, visto ao grande perigo que esta significa para todos, e neste foco, o engenheiro é de extrema importância”. (UFQ4.02)*

Estas respostas são semelhantes às dos alunos da Uniube, no sentido que consideram o clima como uma variável que interfere em seus estudos. A maioria das respostas não são bem detalhadas, assim como se verificou na análise das respostas dos alunos da Uniube. Os alunos usam expressões como *“em cada projeto deve ser considerado as mudanças climáticas”, “realizar a previsão de como isso influenciará seus projetos relacionados ao solo, água, ar”, “aplicações de projetos que visem a melhoria da qualidade de vida da população”,* sem explica-las com maiores detalhes. Alguns deles, porém, conseguem melhor visualizar os possíveis aspectos com os quais poderão trabalhar, como é o caso das respostas UFC5.23 e UFQ4.02, que indicam, respectivamente, os processos de chuva, umidade e temperatura, que sofrem interferência da composição de gases poluentes na atmosfera, causadores de mudanças climáticas, e a análise da qualidade do ar e de poluentes atmosféricos. E, de modo geral, assim como consideramos a respeito das respostas dos estudantes da Uniube, os campos citados pelos alunos da UFTM encontram correspondências com aqueles citados no projeto pedagógico do curso. Por exemplo, o documento informa que dois dos objetivos específicos do curso são:

II- adquirir sólidos conhecimentos das ciências ambientais, permitindo um profundo entendimento da estrutura e do comportamento dos componentes do meio ambiente (água, solo e ar) que possibilitem a avaliação, o diagnóstico e a modelagem do meio.

III- agregar sólidos conhecimentos da tecnologia de controle ambiental, permitindo a realização de estudos e projetos de equipamentos, instalações e sistemas de controle da poluição da água, do solo e do ar e a implementação de infraestrutura sanitária. (UFTM, 2013, p.50)

Os alunos demonstram compreender que deverão possuir conhecimentos sobre o comportamento dos componentes do meio (água, solo e ar) e que deverão realizar projetos de controle da poluição da água, do solo e do ar, como demonstraram em suas respostas.

Assim, pode-se dizer que o principal resultado obtido através da análise das repostas que compuseram esta categoria constitui o reconhecimento, por parte dos estudantes, de que os saberes relacionados à Climatologia e, mais especificamente, à questão das mudanças climáticas, são relevantes no desenvolvimento de suas atividades. Este reconhecimento já era esperado, se considerarmos a caracterização dos cursos de engenharia ambiental, que requerem aprofundado conhecimento do meio ambiente (físico, biológico e antrópico) e de sua dinâmica. Os alunos demonstram, de fato, compreender a importância dos conhecimentos relacionados ao clima para a sua prática profissional. No entanto não conseguem definir muito claramente as relações das mudanças climáticas com ações preventivas, ou seja, o foco está na mitigação ou na recuperação. Essa postura pode ser entendida pela forma de pensamento dominante no Brasil em relação ao meio ambiente, o qual dá ênfase à resolução dos problemas ambientais e à mitigação de impactos e não à prevenção dos mesmos.

5.3.3 Educação ambiental e pesquisa

Esta categoria engloba sete respostas (7,37%), sendo a maioria delas de alunos da turma de Hidrologia e Climatologia/Recursos Naturais da Factus. Quatro alunos desta turma se referiram a esta categoria, sendo que dois deles abordaram a possibilidade de se trabalhar com pesquisa. E, de fato, como observamos no projeto pedagógico do curso, este é um campo de atuação para o egresso do curso, e, segundo o docente, os alunos eram incentivados a pesquisarem nesta área. A pesquisa também foi citada por um aluno da disciplina de Climatologia e Meteorologia da UFTM.

Dois alunos da turma de Climatologia e Hidrologia/Recursos Naturais responderam que poderão trabalhar com Educação Ambiental a respeito desta temática. Outros dois alunos da turma de Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental da Factus, ao responderem à questão específica que lhes solicitou escrever sobre a atuação de engenheiro ambiental no controle da poluição atmosférica, também mencionaram a Educação Ambiental. No projeto

pedagógico do curso, Educação Ambiental não é descrita como uma área de atuação profissional do egresso, no entanto, é tema de uma disciplina eletiva do curso.

A seguir, transcrevemos duas respostas, para exemplificação:

*“Através de **normas e regulamentação** citadas em empresas **para que se trabalhe com a educação ambiental.**” (FG6.03)*

*“Sim, os engenheiros ambientais podem trabalhar em forma conjunta com outros profissionais em **pesquisas** para que os resultados sejam cada vez mais eficazes e o mais próximo possível do real.” (FH5.05)*

5.3.4 Respostas não categorizadas

Além das respostas descritas, 22 respostas (23,16%) não foram categorizadas. Dentre elas, dois alunos afirmaram não ter conhecimento sobre o tema das mudanças climáticas; quatro alunos disseram não reconhecer relações entre o tema e sua futura atuação profissional e seis alunos não responderam à questão. Quatro alunos apenas responderam afirmativamente, sem acrescentar mais argumentos à resposta. Dois alunos disseram que esta relação dependerá do campo em que atuarem. Um aluno disse que poderá realizar uma avaliação de mudanças climáticas que já ocorreram ou que poderão ocorrer. Um aluno citou a relação entre o ciclo hidrológico e o tema; um aluno mencionou a necessidade de se coletar dados meteorológicos; um aluno justificou sua resposta afirmativa dizendo que as mudanças do clima alteram o meio e um aluno disse que o tema se insere no campo de estudo da “Química do ar”.

5.4 Concepções dos alunos sobre o tema das mudanças climáticas

A questão que objetivou inquirir a compreensão sobre o tema das mudanças climáticas aos alunos que cursavam ou já haviam cursado a disciplina de Climatologia, e para aqueles que cursavam disciplinas cujos tópicos da ementa se relacionassem com o tema foi a seguinte: *“Considerando seu aprendizado durante a disciplina de Climatologia, como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?”*. Na Faculdade de Talentos Humanos (Facthus), esta pergunta foi feita para os alunos das turmas

de Hidrologia e Climatologia/ Recursos Naturais (ministrada no 8º período do curso). Na Universidade de Uberaba (Uniube), a questão constou dos questionários aplicados às turmas de Climatologia (4º período), Ecotoxicologia (6º período) e Monitoramento Ambiental (9º período); e, na Universidade Federal do Triângulo Mineiro, responderam à questão os alunos de Química Ambiental (4º período), Climatologia (6º período), e Geologia Ambiental (8º período). Obteve-se um total de 106 respostas nas três instituições. Após a análise das respostas, emergiram as categorias mostradas na tabela 5.4. A tabela também mostra a quantidade de alunos que se referiram a cada categoria.

Tabela 5.4 - Compreensão dos estudantes sobre o tema das mudanças climáticas

CATEGORIA	FACTHUS	UNIUBE			UFTM			Total
	Climatol. e Hidrol.	Monitorament o			Climatol .	Química ambiental	Geologia ambiental	
		Climatol.		Ecotoxicol.				
		Ambiental						
	Quantidade de alunos							
1. Ocorrem devido a causas naturais com contribuição antrópica	1	12	4	1	18	7	7	50 (47,17%)
2. Ocorrem devido a causas naturais		10	4		2		9	25 (23,58%)
3. Ocorrem devido às atividades antrópicas	4		3		1	4		12 (11,32%)

Os alunos focaram suas respostas nas causas das mudanças climáticas, apontando fatores

que, segundo sua concepção, ocasionam mudanças no clima. Acreditamos que o fato de adicionarmos a observação “(*se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.*)” à pergunta influenciou os alunos a direcionarem suas ideias predominantemente às *causas* das mudanças climáticas. O fato de os alunos focarem suas respostas predominantemente neste aspecto pode ser, também, um resultado da abordagem da controvérsia a respeito do tema, pelos professores de Climatologia.

Como explicitam as categorias, não houve número significativo de respostas que se referissem *especificamente* a temas como os impactos decorrentes de mudanças climáticas, ou meios de adaptação e mitigação. No entanto, mesmo com respostas focadas nas causas da mudança do clima, alguns estudantes apresentaram ideias complementares, que contemplaram não só a possibilidade de mitigação das mudanças, mas seus impactos; exemplos de fatores (naturais ou antrópicos) que influenciam o sistema climático e noções sobre a escala de tempo e de espaço em que o fenômeno acontece. Estas ideias são mostradas na tabela 5.5. A seguir, apresentaremos uma discussão sobre as concepções dos alunos, para cada categoria e instituição, fundamentada através da transcrição das respostas, ou de trechos delas, e comparando-as com os dados disponíveis na literatura. Focaremos especialmente nas respostas cujos trechos foram transcritos na tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Transcrição das principais ideias expressas pelos alunos

CATEGORIA 1. Ocorrem devido a causas naturais com contribuição antrópica		
PRINCIPAIS IDEIAS		TRANSCRIÇÃO DE TRECHO DA RESPOSTA
Causas	Naturais	UC4.08: “intensidade de radiação solar, e outros eventos naturais (vulcões, chuvas ácidas)” UFC4.11: “soma de diversos fenômenos naturais, regulados pela dinâmica do planeta e de fatores extraterrestres (radiação solar)” UFC4.13: “fatores naturais: incidência solar, relevo, umidade, topografia, ventos” UFC4.22: “Complexa dinâmica do planeta. O planeta passa por diversos ciclos, fica mais afastado e mais próximo do sol em determinados períodos, seu eixo é afetado também pelas variações na intensidade dos raios solares. Sofre influência, em menor intensidade, de fatores internos, como el niño e la niña, vegetação” UFGA5.09: “atividade solar, oceanos, contribuições naturais de CO₂” UFGA5.20: “dinâmica terrestre e das influencias extraterrestres” UFQ5.05 “dinâmica externa e interna do planeta”
	Antrópicas	UC4.15: “as ações humanas interferem no microclima das cidades” UM4.08: “a evolução do homem e suas tecnologias levou ao aumento da temperatura” UFC4.03: “construção de cidades, por exemplo” UFC4.13: “atividades industriais, agrícolas, tecnológicas” UFC4.14: “urbanização e ações antrópicas” UFC4.24: “grande emissão de poluentes” UFC4.23: “crescimento populacional, industrialização e poluição” UFGA5.04: “efeito estufa agravado pelo homem” UFQ5.05: “emissão de gases e poluição dos recursos naturais pode acelerar esse processo natural” UFQ5.06: “o efeito estufa natural agravado pelas queimadas,

		combustão incompleta de carros, etc.” UFQ5.07: “desmatamento, utilização de combustíveis fósseis, destruição da camada de ozônio, uso intenso do solo” UFQ5.10: “poluição e desmatamento em cada país são tão intensos quanto o processo natural” UFQ5.11: “efeito estufa, poluição e falta ‘(ou má vontade)’ da educação ambiental”
Efeitos negativos	Saúde humana	UM4.06: “a poluição causa graves males à saúde humana e ao meio ambiente”
	Efeitos climáticos extremos	UM4.01: “aquecimento além do normal; resfriamento além do normal” UFC4.07: ““bagunças climatológicas”” UFC4.14: “variabilidades climáticas frequentes e intensas anomalias”
	Geleiras	UM4.01; UFC4.07; UFC4.21: “derretimento das geleiras”
	Biodiversidade	UM4.01: “modificação da biodiversidade” UFC4.04: “extinção de espécies”
	Precipitação	UFC4.21: “alteração de índices pluviométricos”
	Temperatura	UFC4.07: “aumento da temperatura na terra” UFC4.14: “elevada temperatura” UFC4.24: “efeito estufa, inversão térmica, ilhas de calor”
	Nível do mar	UFC4.21: “aumento do nível do mar”
	Geomorfologia	UFC4.23: “os gases poluentes causam mudança no clima e na geomorfologia do local”
Efeitos positivos		UFC4.23: “evolução dos seres vivos” UFC4.04: “evolução de espécies”
Escala de tempo		FH4.05: “ocorrem de períodos em períodos (40 em 40 anos)” UC4.08: “desde o seu início o planeta possui variações de temperatura cíclicas” UC4.14: “ciclos naturais ocorrendo durante anos” UC4.16: “vêm ocorrendo desde que o planeta se formou”

	UC4.17: “há milhões de anos a terra passou por uma mesma fase de aquecimento global” UM4.06: “um processo que ocorre de tempos em tempos” UC4.09: “sempre ocorreram” UM4.08: “a temperatura já foi muito maior há milhares de anos” UFC4.01: “São de ocorrência natural em macroescala desde os primórdios da terra. Em mesoescala e analisando uma série histórica mínima é possível afirmar que as atividades antrópicas influenciam” UFC4.04: “em vários períodos geológicos ocorreram mudanças bruscas de aquecimento e resfriamento” UFC4.05: “o planeta sempre passou por períodos de mudanças climáticas” UFC4.14: “durante toda a vida elas sempre ocorreram” UFC4.15: “ocorrem a longo prazo” UFC4.23: “sempre ocorreram no planeta” UFC4.25: “o planeta passa por mudanças climáticas naturais desde os primórdios” UFQ5.03: “mudança que ocorre de tempos em tempos naturalmente” UFQ5.07: “o planeta está sujeito a sofrer mudanças climáticas naturalmente em um longo período de tempo” UFQ5.08: “algumas mudanças climáticas sempre ocorreram de forma natural”
Espaço	UC4.07: “ocorrem em diversas partes do planeta” UFC4.01: “Em mesoescala, as atividades antrópicas influenciam na variação do clima do planeta” UFC4.19: “variam a cada região, com latitude, longitude e altitude interferindo nos mecanismos naturais” UFC4.22: “atividades antrópicas (influenciam) em escala local, não em escala global” UFGA5.05: “interferem no mundo todo”
Possibilidade de resolução	UC4.09: “pode-se interferir usando alguns métodos, prevenindo”

Impossibilidade de resolução	UFQ5.06: “o planeta tem ciclos climáticos que não podem ser remediados ou prevenidos”
CATEGORIA 2. Ocorrem devido a causas naturais	
PRINCIPAIS IDEIAS	TRANSCRIÇÃO DE TRECHO DA RESPOSTA
Causas naturais	UC4.03: “vento e mar; rotação da terra” UC4.06: “os fatores geográficos como latitude e a altitude afetam os elementos, o conjunto descreve as condições atmosféricas de um determinado lugar” UC4.11: “radiação solar desencadeia uma mudança UM4.04: “emissões naturais de gases” UC4.05: “aumento ou diminuição da temperatura, aumento das chuvas e o estado da atmosfera em determinado tempo” UFC4.06: “própria dinâmica da terra” UFC4.08: “radiação solar” UFGA5.01: “dinâmica do ciclo do sol” UFGA5.03: “ciclo do sol, presença dos oceanos” UFGA5.07: “ocorrem conforme a posição terrestre” UFGA5.10: “dinâmica da terra, com ciclos periódicos (ex.: ciclo do sol, em que a terra passa por períodos frios e períodos quentes), além de outros fenômenos que influenciam, como El Niño e La Niña, etc.” UFGA5.16: “ciclo solar (e ciclos geológicos) ”
Escala de tempo	UM4.05: “o planeta participa de um ciclo de temperaturas com pontos extremos variando ao longo de décadas” UC4.04: “ocorrem a todo o tempo pois o clima é dinâmico” UC4.21: “isso sempre aconteceu e vai continuar acontecendo” UC4.19: “mudança climática que a terra passa durante um intervalo de tempo” UC4.22: “ocorrem de acordo com o tempo” UFC4.06: “sempre ocorreram” UFGA5.07: “ocorrem ao longo do ano”

	UFGA5.08: “ciclos que ocorrem há vários anos na terra” UFGA5.17: “sempre aconteceu e sempre vai acontecer”
Espaço	UC4.11: “ocorrem, de acordo com cada local do planeta: estrutura, relevo, formas geográficas” UFGA5.14: “mais visíveis a nível local”
Efeitos positivos	UC4.02: “importantes para a vida no planeta” UC4.04: “a vida depende das mudanças (especialmente no que diz respeito às atividades agronômicas)” UFGA5.15: “importância para dinâmica do planeta e existência da vida na terra. Ocorrem em ciclos para manutenção do planeta e são indispensáveis para seu pleno funcionamento.”
Impossibilidade de resolução	UC4.22: “ocorrem de uma forma que não podemos controlar”
CATEGORIA 3. Ocorrem devido às atividades antrópicas	
PRINCIPAIS IDEIAS	TRANSCRIÇÃO DE TRECHO DA RESPOSTA
Causas antrópicas	FH4.03: “ocorrem em decorrência do comportamento humano, em uma busca constante pelo capitalismo (...)usamos (os recursos naturais) sem controle e sem um estudo necessário, isso pode ocasionar uma perda dos recursos naturais” FH4.07: “aumento na temperatura dos centros urbanos” FH4.04: “queimadas antrópicas” UM4.02 “emissão excessiva de gases poluentes pela ação humana” UM4.11: “podem ocorrer por vários fatores, como poluição, aumento na temperatura, emissão de gases” UFC4.10: “uso desenfreado dos recursos, gerando lançamento de resíduos que causam desestabilidade no meio ambiente” UFQ5.04: “(...) emissão de gases poluentes. Intensificam-se devido ao avanço e à necessidade da modernidade.” UFQ5.01: “ação de todos os países do mundo (emissão de gases, desmatamento, etc.)” UFQ5.02: “indústrias que liberam partículas que modificam a atmosfera; combustão dos automóveis; essa poluição destrói a camada de ozônio e intensifica o efeito estufa” UFQ5.09: “emissão de gases que absorvem a radiação, e de gases

	que destroem a camada de ozônio; desmatamento; poluição das águas e mares, que influencia na morte de indivíduos fotossintetizantes; excesso ou falta de algum elemento, muitas vezes devido às atividades antrópicas”
Efeitos negativos	UFQ5.02: “derretimento das geleiras”

5.4.1 Comentários sobre as respostas pertencentes à Categoria 1: **Mudanças climáticas ocorrem devido a causas naturais, com contribuição antrópica**

Respondendo a um dos questionamentos que guiaram nossa análise das respostas, em termos de forçantes climáticas, predominou a ideia de que as mudanças climáticas são fenômenos naturais, mas que, atualmente, o sistema climático sofre a influência das atividades antrópicas. Considerando-se o total de respostas obtidas nas três instituições, 47,17% delas pertencem a esta categoria. Na Uniube, dos 42 alunos que responderam à questão relativa à compreensão sobre o tema, 17 respostas se enquadraram nesta categoria (40,48 %). Como mostra a Tabela 5.5, três alunos desta universidade tentaram explicar melhor quais ou de que forma os fatores naturais/antrópicos influenciam o clima. Quanto aos demais alunos, pode-se afirmar que as respostas foram mais limitadas, no sentido de que eles não demonstraram entender a complexidade do sistema climático, as diferentes influências sofridas por ele, bem como as interações entre as esferas terrestres, pois não mencionaram estes aspectos. Ao exemplificarem as causas para as mudanças climáticas – para as quais a maioria das respostas dão ênfase – evidencia-se esta falta de entendimento sobre o funcionamento do sistema climático, além de erros conceituais. Um exemplo pode ser observado na resposta a seguir:

*“Na minha opinião, as mudanças climáticas são reais. O planeta está aquecendo gradativamente e os impactos são preocupantes. **Mas não acredito que este problema tenha como origem as ações humanas.** Desde o seu início, o planeta possui variações de temperatura cíclicas, isso é devido à intensidade de radiação solar, que não é a mesma sempre, e também a outros eventos naturais, como vulcões, chuvas ácidas. Acredito que as ações humanas podem agravar esta situação, mas não são as únicas responsáveis”. (UC4.08)*

Ao caracterizar a mudança climática como “natural”, o aluno argumenta que o planeta sofre variações em sua temperatura “desde o início”, afirmando que isto se deve “à intensidade de radiação solar”, além de “outros eventos naturais como vulcões e chuvas ácidas”. A limitação de conhecimento que mencionamos pode ser percebida nesta resposta porque o aluno não consegue elaborar uma argumentação que demonstre as diferentes influências sofridas pelo sistema climático. Para ele, a *intensidade de radiação solar* determina a variação de temperatura *cíclica*, quando Suguio (2008, 2010) nos explica que as mudanças climáticas ocorreram ao longo do tempo geológico, mas nem sempre se pôde observar um padrão cíclico. Sobre as causas para as mudanças ocorridas no Quaternário, por exemplo, o autor explica que a origem das variações paleoclimáticas é complexa e resulta da interação de diversos fenômenos astronômicos, geofísicos, e geológicos, não existindo uma única causa, mas a interação de diversas causas atuando em diferentes escalas temporais e espaciais (SUGUIO, 2010, p.114). O aluno afirma que as variações de temperatura são devidas a “outros eventos naturais”, mas não explica quais são estes eventos. Ele cita os vulcões e a chuva ácida, cometendo aqui um erro conceitual, referente à chuva ácida. Esta expressão, segundo Lomborg (2002, p. 213), foi associada à acidez *adicional* das chuvas (visto que a chuva é naturalmente ácida, como explica o autor), que poderia surgir com a reação do NO_x ou do SO_x com a água, criando o ácido sulfúrico ou o ácido nítrico. O conceito, portanto, está relacionado à poluição atmosférica, mas não tem relação com mudanças climáticas. Sobre a radiação solar, entretanto, a concepção do aluno está correta quando ele diz que sua intensidade “não é a mesma sempre”. Molion (2008, p.74) explica que o Sol é a principal fonte de energia para os processos físicos que ocorrem na atmosfera, mas sua produção de energia (constante solar, da ordem de, em média, 1368 Wm^{-2}) não é propriamente constante. O autor relata que observações feitas por satélites em apenas dois ciclos e meio de manchas solares de onze anos sugerem que sua produção possa variar em 0,2% pelo menos. Durante o Ciclo de Gleissberg atual (ciclo com período aproximado de 90 anos), essa variação pode ter sido maior, já que o número de manchas nos ciclos de 11 anos variou de cerca de 50 manchas em 1913 para mais de 200 manchas em 1957. O IPCC (STOCKER et al., 2013, p. 56), por sua vez, informa que a capacidade atual de projeção da irradiância solar é extremamente limitada, havendo assim muito baixa confiabilidade no que diz respeito à grandeza da forçante solar no futuro. No entanto, o Painel informa que, com alta confiabilidade, a forçante solar, no século XXI, será muito menor que o aumento projetado da

forçante referente aos GEE. E sobre o aquecimento gradativo pelo qual o planeta está passando, uma ideia também mencionada pelo aluno, eis o que informa o IPCC (idem, p. 37):

Os dados de temperatura média global de oceanos e continentes, combinados, calculados por tendência linear, mostram aquecimento de **0,85** [0,65 a 1,06] °C, durante o período de **1880–2012**. Para o período de **1901–2012**, o aquecimento é de aproximadamente **0,89** [0,69 a 1,08] °C, e de aproximadamente **0,72** [0,49 a 0,89] °C no período de **1951–2012**, baseando-se em três conjuntos de dados produzidos independentemente. (STOCKER et al., 2013, p.37).

Ainda sobre esta resposta, parece, pelo menos a partir de uma primeira leitura, que o aluno tem a intenção de demonstrar uma posição cética com relação à contribuição antrópica, como exemplifica a frase em negrito na transcrição. Contudo, ele conclui sua resposta afirmando que as ações humanas podem agravar a situação, mesmo não sendo as únicas responsáveis. Esse posicionamento é semelhante em todas as respostas dessa categoria, inclusive as respostas dos alunos da UFTM. Os estudantes destacam que as mudanças climáticas são naturais mas não deixam de reconhecer a contribuição antrópica para o processo, afirmando que as ações antrópicas podem agravar, acelerar ou influenciar o processo. Dentro desta categoria, 7 alunos da UNIUBE disseram que as mudanças são cíclicas, sendo que 4 disseram que o homem “acelera” esses ciclos, mas nenhum elabora explicações mais aprofundadas sobre esses ciclos.

Outros alunos apresentaram noções complementares às suas respostas (Tabela 5.5). Sete alunos mencionaram a noção de tempo em que ocorrem as mudanças climáticas. Foi comum o uso de expressões tais como “*desde o seu início (do planeta.)*”; “*ciclos naturais ocorrendo durante anos*”; “*vêm ocorrendo desde que o planeta se formou*”; “*há milhões de anos a Terra passou por uma mesma fase de aquecimento*” e “*um processo que ocorre de tempos em tempos*”, que nos permitem inferir que eles têm alguma noção sobre o tempo profundo, embora a explicação não vai além da argumentação por meio deste tipo de expressão. Segundo Compiani (2007), a noção de tempo geológico pode auxiliar os estudantes no entendimento de causas e efeitos mais distantes do seu dia-a-dia – temporal e espacialmente – e exercitar a explicação de fenômenos com causas diversas, construindo um raciocínio mais complexo diferente da causalidade linear e simples.

Uma resposta se destacou porque o aluno mencionou a ideia de que se pode prevenir as mudanças climáticas. Embora ele não exemplifique formas de prevenção, essa resposta é

semelhante a algumas respostas encontradas por Shepardson et al. (2008). Os autores investigaram a concepção de 51 estudantes do ensino secundário de três escolas dos Estados Unidos sobre os temas aquecimento global e mudanças climáticas, além de revisarem 14 trabalhos internacionais publicados entre 1993 e 2005, cujos objetivos eram o mesmo dos autores. Uma das conclusões a que chegaram é que muitos estudantes acreditam que os seres humanos poderiam desenvolver novas tecnologias ou que as pessoas encontrariam meios de sobreviver ou se adaptar às mudanças ambientais causadas pelo aquecimento global ou pela mudança climática (SHEPARDSON et al., 2008, p.20).

A resposta UC4.07 demonstra que o aluno está ciente de que mudanças no clima não têm os mesmos efeitos em todas as regiões do planeta. Pela resposta UM4.06 o aluno se posiciona de forma cética quanto à poluição antrópica e seus efeitos no clima global, mas lembra seus impactos negativos para a saúde humana e ao meio. Um aspecto importante a ser pontuado é fato de que o aluno cita a poluição ambiental, mas não especifica os gases sobre os quais está falando, como foi percebido em outras respostas também. Eles poderiam estar se confundido a respeito do papel do CO₂ como um gás de efeito estufa e compreendendo-o como um gás poluente? Segundo Onça (2011, p.289), o dióxido de carbono “não é (...) um poluente atmosférico. O combate à poluição atmosférica, em si legítimo, não deve ser confundido com o combate ao dióxido de carbono, que além de ser ilegítimo não guarda com ela qualquer relação”. Convém lembrar que a autora explicita seu posicionamento cético quando diz que o combate ao dióxido de carbono é ilegítimo.

A saber, a Resolução n.º 003, de 28 de junho de 1990, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, lista poluentes partículas totais em suspensão, a fumaça, as partículas inaláveis, o dióxido de enxofre (SO₂), o monóxido de carbono (CO), o ozônio (O₃) e o dióxido de nitrogênio (NO₂).

Na UFTM, 32 respostas (57,14%) compõem esta categoria. Percebeu-se que os alunos se esforçaram mais para explicar as causas das mudanças, se comparados aos alunos da Uniube. No entanto, observa-se que poucas repostas foram mais elaboradas, mobilizando mais conceitos ou noções, e que o tema não é explicado sob uma visão integradora a respeito do ambiente. Um exemplo é a resposta UFC4.22, a única a tratar os fenômenos El Niño e La Niña de uma forma mais acertada: como “fatores internos” que influenciam o clima.

“Entendo que as mudanças climáticas ocorrem devido à complexa dinâmica do planeta Terra. Nosso planeta passa por diversos ciclos, fica mais afastado e mais próximo do sol em determinados períodos, sofre alterações na inclinação de seu eixo e é afetado também pelas variações na intensidade dos raios solares. Além disso, sofre influência, em menor intensidade, de fatores internos, como El Niño e La Niña, vegetação e atividades humanas. Quanto ao último item citado, não acredito que o ser humano possa influenciar no clima em escala global, mas em escala local, sim”. (UFC4.22)

Ao exemplificar causas naturais para o fenômeno, muitos estudantes mencionaram “a dinâmica terrestre”, sem apresentar muitos detalhes sobre essa dinâmica. Dentre as causas antrópicas, por outro lado, muitos citaram a emissão de gases e a poluição, como podemos observar na Tabela 5.5. Assim como os resultados encontrados por Shepardson et al. (2008), cujos alunos investigados atribuem o aumento do CO₂ atmosférico aos veículos e às fábricas, os alunos da UFTM também mencionam estas fontes de emissão, como podemos observar nas respostas UFC4.13, UFC4.23 e UFQ5.06. Alguns não mencionaram as fontes especificadamente, mas apontaram a poluição causada pelas atividades humanas (UFGA5.09, UFQ5.05, UFQ5.10 e UFQ5.11). Percebe-se que estes alunos são, predominantemente, da turma de Química Ambiental (4º período). Comparando-se com os dados da literatura, suas respostas concordam com as informações divulgadas pelo IPCC quanto à contribuição humana como agente modificador do clima global. A informação de que a distribuição do CO₂ atmosférico observado aumenta com a latitude, mostrando que este aumento é impulsionado pelas emissões antropogênicas, que ocorrem principalmente nos países industrializados situados no Hemisfério Norte, divulgada pelo IPCC em 2013, exemplifica esta afirmação.

Entretanto, alguns erros de concepção são observados, como é o caso da resposta UFQ5.06, em que se afirma que o efeito estufa é agravado por queimadas. Sobre a quantificação de aerossóis emitidos no Brasil, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMCI) explica que eles representam uma forçante climática negativa:

Vários estudos quantificaram essa forçante de aerossóis antrópicos, sobretudo na Amazônia. Uma média ponderada de alguns dos resultados (...) resultou em uma forçante radiativa média de $-8,0 \pm 0,5 \text{ Wm}^{-2}$, indicando que, em média, a fumaça emitida em queimadas contribui para resfriar o planeta, contrapondo-se parcialmente ao aquecimento causado por gases de efeito estufa antrópicos. (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2013, p. 18)

Um argumento bastante utilizado pelos alunos (não só os da UFTM, mas os da Uniube também), ao tentar justificar o caráter natural das mudanças climáticas, é o de que o fenômeno já ocorreu em outros tempos. Assim como se observou na Uniube, o fato de que o clima na Terra passou por mudanças no decorrer do tempo geológico é de conhecimento dos estudantes. Eles não parecem, entretanto, compreender o tema de forma mais aprofundada, o que facilitaria o entendimento e a contextualização das mudanças ambientais pelas quais o planeta passa.

De uma forma geral, e de forma análoga às respostas dos alunos da UNIUBE, as respostas dos alunos da UFTM mostram que, embora os alunos atribuam causas naturais às mudanças climáticas, não atribuindo unicamente às atividades antrópicas o aumento de temperatura superficial global e das concentrações de GEE observados e reportados mundialmente, eles não são céticos. Eles reconhecem que as mudanças climáticas estão ocorrendo, embora não expliquem com maior exatidão. Não obstante, suas concepções encontram respaldo na literatura “não cética”. Por exemplo, o IPCC informa que existe *muito alta confiabilidade* de que as geleiras em todo o mundo estão diminuindo persistentemente, informação revelada pelas séries temporais de mudanças medidas na extensão, área volume e massa das geleiras. (IPCC, 2013). Duas respostas dentre as transcritas na tabela 5.5 (UFC4.07 e UFC4.21) apontam que as mudanças climáticas são percebidas pelo derretimento das geleiras. Citando o IPCC, o Fundo das Nações Unidas para a criança - UNICEF, no módulo Educação Ambiental e Mudanças Climáticas do Manual *Child Friendly Schools*, informa que as mudanças climáticas se manifestarão de variadas formas, que incluem o aumento das temperaturas, das secas e das desertificações, as chuvas intensas, enchentes e aumento dos níveis dos mares, além dos eventos climáticos extremos como os ciclones, as enchentes e os eventos de secas (UNICEF, s.d., p.3). As respostas UFC4.21, UFC4.14 e UFC4.07 mencionam algumas dessas maneiras pelas quais se manifestarão as mudanças climáticas globais. Shepardson et al. (2008) encontraram respostas parecidas dos alunos investigados em seu estudo. Os autores relatam que para alguns dos estudantes, o aquecimento global causaria a morte de seres humanos devido a enchentes, ao calor e à falta de água – às secas.

Dois estudantes fizeram menção ainda às consequências das mudanças na evolução/extinção de espécies e outro relacionou a emissão de poluentes antrópicos aos fenômenos de ilhas de calor e de inversão térmica. A inversão térmica, como se sabe, é um fenômeno agravado pela poluição atmosférica das cidades, mas, assim como a ilha de calor,

não apresenta relação direta com as mudanças climáticas. Como informa a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, a inversão térmica é uma condição meteorológica que ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio impedindo o movimento ascendente do ar, uma vez que o ar abaixo dessa camada fica mais frio e, portanto, mais pesado, fazendo com que os poluentes se mantenham próximos da superfície. Sobre as relações entre as espécies de seres vivos e as mudanças climáticas, Suguio (2010) corrobora a ideia apresentada pelo aluno, lembrando que sua vida não pode ser tratada sem vinculação com as condições ambientais, especialmente as climáticas. Especificamente sobre o Quaternário, devido à sua peculiaridade – com o resfriamento global e a ocorrência de glaciações e períodos interglaciais, o autor informa que a biosfera foi submetida a transformações que causaram muitas extinções e especiações, e lembra que, além da influência das mudanças paleoambientais naturais, a biosfera do Quaternário sofreu um forte impacto do desenvolvimento tecnológico do homem.

Quanto a escala geográfica de ocorrência de mudanças climáticas, dois alunos da instituição disseram que as atividades antrópicas influenciam o clima em escala local (UFC4.01 e UFC4.22). Um aluno disse que os efeitos podem variar de acordo com as características da região (UFC4.19) e outro disse que as mudanças climáticas interferem no mundo todo (UFGA5.05). Estas noções encontram respaldo na literatura. Por exemplo, quanto à influência local de atividades antrópicas no clima, Molion (2008) conclui que o aquecimento observado a partir de 1977, nos resultados de Ren et al. (2007), seja, em parte, resultante da urbanização em torno das estações climatométricas, caracterizando um aquecimento local e não global. Isto porque, segundo o autor, é impossível retirar o efeito da ilha de calor das séries de temperaturas urbanas. Quanto ao argumento de que os efeitos de mudanças climáticas variam de acordo com as características de determinadas regiões, podemos exemplificá-lo a partir das projeções realizadas pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas para cada bioma brasileiro. Segundo o painel, ocorrerá aumento da temperatura nos domínios dos seis biomas, mas com a precipitação será diferente. Para a Caatinga, na Amazônia, no Cerrado e no Pantanal ocorrerá diminuição de chuvas. As regiões da Mata Atlântica e dos Pampas a tendência será de aumento na precipitação (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS 2013).

As demais respostas foram menos explicativas e menos elaboradas do que as respostas discutidas, sendo que os alunos, em suma, apenas afirmam que consideram as mudanças

climáticas um fenômeno natural, que sofre influência (ou que pode ser acelerado, como disseram também os alunos da Uniube) pelas atividades humanas.

Considerando-se a totalidade das respostas pertencentes a esta categoria, observa-se o predomínio da visão reducionista e a dificuldade na concepção da Terra como um sistema, ou seja, a falta de noção sobre o “todo”. Segundo Bacci e Martins (2013, p. 281), “a grande dificuldade de compreensão de temas ambientais sob o ponto de vista da complexidade (Morin, 1999, 2000) leva a predominar a visão reducionista da natureza (antropocêntrica), à ausência de identidade com o meio ambiente e à fragmentação do objeto (perde-se a noção do todo)”.

5.4.2 Comentários sobre as respostas pertencentes à Categoria 2: **Mudanças climáticas ocorrem devido a causas naturais**

Das 42 respostas obtidas na UNIUBE, 14 (33,33%) se enquadram nesta categoria A Tabela 5.5 mostra trechos de respostas de alunos que citaram causas naturais para a ocorrência de mudanças climáticas. Um exemplo é a resposta UC4.11, transcrita integralmente a seguir:

“As mudanças climáticas ocorrem de acordo com cada local do planeta, de acordo com cada estrutura, relevo, formas geográficas de cada região. De forma que, quando a radiação solar é mais intensa em uma região, nota-se que toda água retida no solo e nas plantas retorna para a atmosfera, causando precipitações (chuvas) que podem trazer ventos frios trazidos de correntes de ar de regiões de alta pressão (polos) causando uma mudança climática no ambiente”. (UC4.11)

A ideia desenvolvida pelo aluno se aproxima de uma visão que considera a relação entre diferentes esferas. No entanto, apresenta erros conceituais e descreve um fenômeno que mais se aproxima de uma etapa do ciclo hidrológico (ao citar a evaporação e a precipitação) do que de um mecanismo causador de mudança climática global. Sua concepção sobre a circulação atmosférica e seus efeitos no âmbito de mudanças climáticas é errônea. Vejamos, a seguir, alguns breves esclarecimentos, fornecidos por Reboita *et al.* (2012), a respeito da circulação geral da atmosfera:

Na região equatorial, o intenso aquecimento solar causa a ascensão do ar e formação de muitas nuvens e chuva. Depois de subir, o ar na alta troposfera (~ 10 km de altura) desloca-se em direção aos pólos em ambos os hemisférios. Durante o deslocamento, o ar sofre resfriamento, o que o torna mais denso e propicia sua subsidência (movimentos descendentes) próximo de 20°-30° de latitude em ambos os hemisférios. Este processo aumenta o peso da coluna atmosférica dando origem a um cinturão de alta pressão em superfície conhecido com o nome de “alta subtropical”. (...) O ar que subsid, ao atingir a superfície, forma um ramo que se move para os polos e outro que retorna para o equador. Este último faz parte de uma célula de circulação fechada chama Célula de Hadley (...). Como a Terra está em rotação (sob a ação da força de Coriolis), os ventos que se dirigem para o equador são defletidos (no Hemisfério Sul para a esquerda e no Hemisfério Norte para a direita) formando os ventos alísios de sudeste no Hemisfério Sul e os de nordeste no Hemisfério Norte. Os ventos alísios, ao dirigirem-se para o equador, convergem dando origem à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Uma parte dos ventos que descem da alta para a baixa atmosfera, próximo de 20°-30° de latitude, em ambos os hemisférios, se dirige para polo. (...) Próximo de 60° de latitude, estes ventos convergem com os provenientes do polo em direção ao equador e o local onde ocorre a convergência é conhecido como região da Frente Polar. Esta é uma região com propriedades térmicas distintas (...), o que favorece a formação de frentes e ciclones extratropicais. (REBOITA et al., 2012, p.36)

Outro aluno mencionou, através da resposta UC4.06, cujo trecho foi transcrito na tabela 5.5, os “fatores geográficos” como condicionantes das características climáticas de regiões. Sobre os fatores mencionados pelo aluno, Reboita et al. (ibid.) explicam que “cada região do globo possui características peculiares, como latitude, altitude, distância em relação aos oceanos e tipo de superfície, que acabam influenciando o tempo e consequentemente o clima. Portanto, essas características são denominadas de *fatores* ou *controles climáticos*” (REIBOTA et al., op. cit., p. 37).

A resposta UC4.05, também transcrita parcialmente na tabela 5.5, demonstra que apesar de o aluno ter tentado explicar melhor como ocorrem as mudanças climáticas, elencando como causas o aumento das chuvas, da temperatura, e o “estado da atmosfera”, ele deixa de considerar diversos outros fatores importantes do sistema climático. Na resposta UC4.03, de maneira semelhante, o aluno menciona alguns elementos que segundo sua concepção influenciam o clima global: vento, mar, rotação da Terra. Ao mencionar a rotação da Terra, é provável que o aluno pretendesse se referir aos parâmetros orbitais, o que deixa claro certa confusão com relação a esses conceitos. Sobre o “vento” e o “mar”, de fato:

“Os climas da Terra são fortemente influenciados tanto pelas correntes oceânicas, que circulam superficialmente, como pelas correntes geostróficas, que atuam em grandes profundidades. A orientação dessas correntes é determinada pela posição dos continentes. Por outro lado, os padrões de circulação atmosférica mudam em função da distribuição das pressões e da direção dos ventos, modificando em consequência, a circulação das correntes oceânicas quentes e frias em escala mundial e, portanto, os climas”. (Suguo e Suzuki, 2010, p.47)

Na próxima resposta, percebemos que o aluno apreendeu bem o conceito que lhe foi passado em palestra e cita como causa natural das mudanças climáticas a emissão de gases pelo planeta.

*“A disciplina de Climatologia orientou bem, mas com a palestra do professor Molion ficou mais evidente que existem mudanças climáticas as quais não são causadas pelo homem e sim pelo próprio planeta, com as suas **emissões de gases**”* (UC4. 04)

De fato, segundo Molion (2008, p.62), Monte Hieb e Harrison Hieb explicam que “mais de 97% das emissões de gás carbônico são naturais, provenientes dos oceanos, vegetação e solos, cabendo ao ser humano menos de 3%, total que seria responsável por uma minúscula fração do efeito estufa atual, algo em torno de 0,12 %”.

Outros alunos da UNIUBE apresentaram noções que complementaram suas ideias (Tabela 5.5). Dois alunos disseram que as mudanças climáticas são importantes para a vida no planeta. De fato, a relação entre a vida e o clima é estreita. Segundo Rebelo (2012, p. 171), “o planeta não é estável, mudanças no planeta alteram sua forma e seu clima. Essas mudanças afetam a vida. A vida também afeta a forma e o clima do planeta. Isso não é bom ou ruim, é inevitável”.

A resposta UC4.19 chamou a atenção porque o aluno diz que o aquecimento global não existe, é uma forma de países ricos continuarem ricos, sendo mais um problema econômico do que climático, como podemos observar na transcrição abaixo:

*“Mudanças climáticas ou aquecimento global não existe, isto é uma forma de países grandes ‘economicamente’ continuarem ricos ou seja **isso é mais um problema econômico do que climático**. Existe sim uma mudança climática que a Terra passa durante um intervalo de tempo, porém isso não é provocado pelo homem, e sim um efeito natural”*. (UC4.19)

O aluno enfatiza que o planeta já passou por mudanças climáticas, não provocadas pelo homem. Esta é provavelmente, a ideia mais distinta entre todas as analisadas. Concepções similares são elaboradas por Felício e Onça (2010):

Para se LEGITIMAR um processo global de mitigação de energias, de venda de novos produtos, de formação de novos impostos, de criação de grandes monopólios e da instituição de um poder internacional, faz-se necessário criar grandes problemas. (...) Os alicerces desta teoria, “aquecimento global”, “mudanças climáticas” e “caos ambiental” são intercambiáveis, servindo para justificar o “desenvolvimento sustentável”, de alto custo, implementado sob rígidas regras (...). O sistema capitalista se amolda conforme as situações que surjam a sua frente. Se nos anos de 1970 o problema ambiental era um entrave para o progresso do sistema, nada melhor que ele seja fagocitado, incorporando-se ao capital. (FELICIO E ONÇA, 2010, p. 586)

E estes autores dizem mais:

(...) os comitês e delegações que viajaram para Kopenhagen para a reunião ‘climática’ COP-15 de 2009 não foram lá para ‘salvar o planeta’ e dar um benefício a toda a humanidade. Foram lá para obter lucros exorbitantes! (...) As ideias ambientalistas refletem primordialmente as preocupações, preferências e visões de mundo de uma minoria de políticos, burocratas, acadêmicos, ONGs e fundações econômicas de países altamente desenvolvidos, que apontam a si próprios como defensores dos interesses da humanidade. Querem hoje apresentar uma imagem de ‘bons moços’ quando na verdade, só querem vender suas ideias e exercer um domínio extremo sobre todos os recursos naturais e fontes de energia. (FELICIO e ONÇA, ibid., p.588)

As demais respostas de alunos da UNIUBE incluídas nesta categoria foram respostas mais simples, no sentido de que os alunos não explicam muito bem seus pontos de vista, eles apenas afirmam o que “acreditam”: mudanças climáticas são naturais (e, conseqüentemente, não são influenciadas pelas atividades antrópicas).

Quanto à UFTM, do total de respostas obtidas na instituição, 19,64% pertencem a esta categoria. A maioria (nove respostas) foi de alunos da turma de Geologia Ambiental (8º período). A partir dos trechos de respostas transcritos na Tabela 5.5, podemos inferir que a maioria dos alunos guarda uma concepção a respeito dos “ciclos” mencionados por eles, de que a alternância entre os estádios glaciais e interglaciais, peculiar ao Quaternário (SUGUIO, 2010), sempre ocorreu ao longo do tempo, e de que essas mudanças ocorrem predominantemente devido ao “ciclo do Sol” (UFGA5.16, UFC4.08, UFGA5.01, UFGA5.03 e UFGA5.10). Um aluno citou a posição terrestre (UFGA5.07). Outro, além de citar a atividade solar, mencionou os fenômenos El Niño e La Niña (UFGA5.10).

A ideia de que os ciclos de mudanças climáticas sempre ocorreram também está presente na resposta UFGA5.08, em que o estudante diz que “*As mudanças climáticas obedecem a ciclos, tais ciclos ocorrem há vários anos na Terra*”. Outras respostas que mencionam noções relativas à escala de tempo apresentam expressões como “*sempre ocorreram*” (UFC4.06), e “*sempre aconteceu e sempre vai acontecer*” (UFGA5.17). Um erro de concepção a respeito do tempo geológico foi observado na resposta UFGA5.07, em que o aluno afirma que as mudanças climáticas ocorrem ao longo do ano, talvez as confundindo com a sazonalidade do clima na Terra.

Sobre isso, Conti (2001) nos explica que alterações no comportamento atmosférico não significam necessariamente mudança climática, porque, para que se defina uma tendência que indique esse tipo de mudança, é necessária uma sequência considerável de anos. O autor menciona a proposta de caracterização de alterações climáticas de Hare (1992), que considera que o termo mudança climática deva ser utilizado para caracterizar eventos que durem de 100 mil a 10 milhões de anos, apontando as mudanças na órbita de translação e na inclinação do eixo terrestre como causas prováveis para essas mudanças (HARE, 1992 apud CONTI, 2001). Para o autor, as alterações climáticas têm duração muito curta e suas prováveis causas são a atividade antrópica, a urbanização, o desmatamento, o armazenamento de água, e etc. As interações climáticas durariam menos que 10 anos e seriam causadas pela interação atmosfera-oceano, e as flutuações climáticas durariam de 10 a 100 mil anos, sendo causadas por atividades vulcânicas e por mudanças na emissão solar (HARE, 1992 apud CONTI, 2001).

Quanto à escala geográfica, um aluno disse que as mudanças climáticas são mais visíveis a nível local, e a nível global *“muita pesquisa ainda deve ser efetuada, mas considerando o que eu já aprendi durante o curso, acredito que a Terra passa por ciclos”* (UFGA5.14). E citando efeitos considerados positivos das mudanças climáticas, um aluno respondeu o seguinte:

“As mudanças climáticas são de extrema importância para o planeta e consequentemente para a existência da vida na Terra. Ocorrem em ciclos para a manutenção do planeta e são indispensáveis para o pleno funcionamento do mesmo” (UFGA5.15)

Esta resposta remete à Teoria Gaia, de James Lovelock, embora, o aluno possivelmente não tenha pretendido se referir especificamente à esta teoria. Segundo Oliveira (2012):

(...) a hipótese Gaia foi muito além da noção de inter-relação entre meio e biota. Sustentou a tese de que a vida pode efetivamente manipular o ambiente em seu próprio proveito, ou seja, de que a Terra – biota e ambiente – é um sistema autorregulável, capaz de manter o clima e a composição química do planeta em um estado favorável à preservação da vida. (LOVELOCK, 1979, 2006 apud OLIVEIRA, 2012, p. 101)

A autora explica, contudo, que a Terra é “Gaia” se for analisada como um planeta cujos processos estão inter-relacionados, tendo a biosfera um papel importante, regulando a temperatura e a composição da atmosfera (OLIVEIRA, 2012). E conclui que dizendo que o mérito de Lovelock ao defender esta hipótese foi ter divulgado a ideia de que a biota e a atmosfera se influenciam mutuamente, chamando também a atenção para as consequências danosas da intervenção humana na natureza, que “põem em risco um delicado equilíbrio que até o momento nos tem sido favorável” (OLIVEIRA, 2012, p. 137). Assim, a ideia de que os ciclos ocorrem para a manutenção do planeta, e de que são indispensáveis para seu “pleno funcionamento” parece não ter fundamento.

Assim como observamos na discussão sobre as respostas pertencentes à categoria 1, os alunos, de uma forma geral, se preocuparam em caracterizar o fenômeno como natural, e apenas alguns procuram fundamentar melhor suas ideias, citando exemplos, mencionando elementos, fenômenos e eventos do sistema climático. Mas seus conhecimentos sobre a maneira como esses elementos funcionam e como se dá suas relações não está consolidado. O mesmo se aplica a um entendimento integrado da Terra.

5.4.3 Comentários sobre as respostas pertencentes à Categoria 3: **Mudanças climáticas ocorrem devido às atividades antrópicas**

A maioria dos alunos da Facthus apresentaram ideias que associam as mudanças climáticas às atividades antrópicas, sendo o homem o principal responsável pelo fenômeno em quase todas elas. Apenas um aluno apresentou uma ideia pertencente à categoria 1, e as outras três respostas não foram categorizadas. Quatro respostas se enquadraram nesta categoria.

Observou-se que os alunos não foram capazes de elaborar raciocínios sistêmicos, não mencionaram nenhuma outra força climática e não demonstraram ter conhecimentos consolidados sobre o assunto. A ideia elaborada na resposta FH4.03 (Tabela 5.5) parece ter se pautado no conteúdo trabalhado na disciplina *Recursos naturais*, já que, segundo sua ementa, os temas “*aproveitamento dos recursos naturais*” e “*esgotamento dos recursos naturais*” são abordados. O aluno apresenta uma crítica aos modos de produção da sociedade capitalista quando fala: “*usamos sem controle e sem um estudo necessário*”. Ele diz basicamente, que o modo como se organiza a sociedade humana leva o homem a ser o causador das mudanças climáticas e de outros problemas ambientais (“*pode ocasionar uma perda dos recursos naturais*”). Loureiro (2006) explica, em poucas palavras, esse processo de intensificação da ação antrópica desde a Revolução Industrial:

Todo ser vivo, e especialmente os seres humanos, sempre atuaram no ambiente em um movimento de transformações e busca do equilíbrio em sentido dinâmico. O que ocorre após a Revolução Industrial capitalista é um aumento da intensidade e velocidade da ação antropocêntrica, além da afirmação de um sistema político-econômico individualista mundial, pautado na reprodução do capital, que, para isto, precisa de crescente consumo de matéria e energia. (LOUREIRO, 2006, p. 24)

De uma forma geral, nesta resposta, embora mal expressada, o aluno se esforça para explicar seu ponto de vista, diferente de outras respostas de alunos da Fathus pertencentes a esta categoria, em que se fala simplesmente que as mudanças climáticas acontecem, sendo a responsabilidade atribuída principalmente ao homem (FH4.06) ou se apresenta uma relação de causa-efeito: queimadas e desafio aos recursos naturais = mudanças climáticas (FH4.04). Não podemos deixar de observar que o argumento principal desta última resposta mencionada é suportado pelas conclusões do mais recente relatório do IPCC, em relação ao papel das atividades humanas para as mudanças climáticas, o que pode ser constatado por meio de uma das conclusões apresentadas no Sumário Técnico da contribuição do Grupo de Trabalho I do Painel ao AR5, que informa que “é *extremamente provável* que as atividades humanas causaram mais que a metade do aumento médio global da temperatura superficial, de 1951 a 2010, conclusão suportada por *evidências robustas* de diversos estudos que utilizaram métodos variados”, (IPCC, 2013, p.60). Porém, o aluno parece ser mais familiarizado ao conhecimento do senso comum, amplamente divulgado pela mídia, já que não demonstra conhecimento mais aprofundado sobre os motivos que levam à atribuição das atividades antrópicas como principais causadoras de mudanças climáticas atualmente. E sobre o “desafio” aos recursos naturais, Jacobi et al. (2011, p.137) orientam a “se tomar cuidado em não alimentar representações e discursos catastrofistas, ou com tons apocalípticos de seitas que indicam suas causas (das mudanças climáticas) como atos de vingança divina ou da própria natureza sobre o ser humano”, já que se pode interpretar, a partir da opinião deste aluno, que a mudança climática é uma resposta dos recursos naturais ao desafio imposto pelo ser humano.

Na resposta FH4.07 o aluno também procura formular explicações, mas seu argumento é simples, além de apresentar um erro conceitual a respeito do gás carbônico: o aluno demonstra desconhecimento sobre o fato de o teor de CO₂ na atmosfera terrestre já ter sido superior aos teores atuais, bem como de sua relação com a temperatura. Fairchild (2001, p. 504), ao explicar as características da atmosfera durante o início do Éon Fanerozóico, conta-nos que a “tremenda quantidade de CO₂ da atmosfera original já tinha sido sequestrada e escondida sob a forma de rochas carbonáticas (calcários) e matéria orgânica na litosfera e biosfera ao longo de 3,5 a 4 bilhões de anos de intemperismo e processos vitais”. Com isso, segundo o autor, a alta temperatura da superfície terrestre, resultante do forte efeito estufa exercido pelo CO₂ na atmosfera original, diminuiu, permitindo a formação de calotas de gelo de modo esporádico na Terra no início do Proterozóico e de forma mais regular a partir de

800 milhões de anos atrás (FAIRCHILD, op. cit.). O aluno também relaciona a mudança climática ao aumento da temperatura dos centros urbanos, ou seja, ao fenômeno das ilhas de calor. Maruyama (2009) acredita que a sensibilidade das pessoas ao aquecimento global é influenciada pelas ilhas de calor metropolitanas. O calor característico das metrópoles, normalmente, é considerado um problema independente, mas acabou relacionado ao aquecimento global. A opinião do autor parece pertinente, pois, embora não se refira a uma metrópole especificamente, o aluno aponta o aumento do calor das cidades como o causador do aumento da temperatura global. Segundo Felício e Onça (2010, p. 575) “entendendo que existem cerca de 20 grandes metrópoles no mundo e que todas as cidades representam apenas 0,05% da superfície da Terra (Fialho, 2009), sendo que 0,005% são as moradias e habitações, é simplesmente impossível que as cidades exerçam influência no clima global”. A autora também afirma que a ilha de calor urbano “é uma forma de aquecimento antropogênico mas tem pouco a ver com gases estufa e não é evitado apenas por sua redução” (ONÇA, 2011, p. 257).

Outra resposta a apresentar um erro conceitual é a resposta FH4.05, que diz que “*essas mudanças ocorrem de períodos em períodos (40 em 40 anos)*”. Analisando os climas do passado, Suguio (2008) informa que o conhecimento sobre o paleoclima do Período Pré-Cambriano (4 bilhões de anos) ainda são tênues, embora este período corresponda a 88% da história do planeta. Há, porém, de acordo com o autor, registros representativos de pelo menos duas glaciações intensivas e extensivas em várias partes da Terra. Durante a Era Paleozóica (570 a 225 milhões de anos) a temperatura média da Terra era superior à atual, que é de 15° centígrados, sendo que por cerca de 80 a 90% desta Era as regiões polares da Terra não se apresentaram recobertas de geleiras. No entanto, entre os períodos Siluriano-Ordoviciano (500 a 430 milhões de anos) ocorreram glaciações não muito intensas, e entre os períodos Permiano e Carbonífero (345 a 280 milhões de anos) ocorreu uma glaciação mais intensa. Ao longo da Era Mesozóica (225 a 65 milhões de anos), a temperatura média da Terra aumentou e atingiu de 30° a 33° centígrados. A água apresentava-se em estado gasoso ou líquido. Nos primeiros tempos da Era Cenozóica, que perdura até os dias atuais (65 milhões de anos), a temperatura no globo ainda era elevada. Porém, no fim do Período Terciário (2 a 3 milhões de anos), o paleoclima deteriorou-se, e com isso, iniciaram-se as glaciações quaternárias. Sobre os paleoclimas do período Quaternário, Suguio (2008) afirma que:

Nos últimos 1,5 milhão de anos até hoje ocorreram, no mínimo, cinco estádios glaciais (Danúbio, Günz, Mindel, Riss e Würm), intercalados por estádios interglaciais (DanúbioGünz, Günz-Mindel, Mindel-Riss e Riss-Würm). Os últimos 10.000 anos podem ser considerados como de clima interglacial pós-Würm. (...) A seguir, há 6 mil anos, a temperatura média subiu 2° a 3° centígrados em regiões de latitudes médias e, em consequência, causou o degelo de parte das geleiras. (...) Entre as mudanças climáticas mais recentes têm-se a Pequena Idade do Gelo, quando a temperatura média era inferior à atual, que se estendeu de 1540 até 1890. Neste intervalo de tempo o recrudescimento do frio ocorreu em três etapas: de 1540 a 1680, de 1740 a 1770 e entre 1800 a 1890. (SUGUIO, 2008, p. 14 e 15)

E o autor ainda explica que as mudanças paleoclimáticas do Quaternário abrangem tanto “variações cíclicas quanto escalonadas e, simultaneamente, ocorrem oscilações das intensidades e das frequências ao longo dos tempos. Portanto, extrapolações de supostos ciclos podem conduzir a resultados completamente ilusórios” (SUGUIO, 2010, p. 114). Estas explicações evidenciam o desconhecimento do aluno que atribuiu periodicidade decadal às mudanças climáticas globais.

Das respostas obtidas na UNIUBE, três pertencem a esta categoria (correspondentes a 7,14% do total de respostas). Como mostra a tabela 5.5, o argumento principal destas respostas, que atribui as mudanças no clima à emissão de gases de efeito estufa, concordam com os principais resultados comunicados pelo IPCC. Segundo seu Sumário Técnico (da contribuição do Grupo de Trabalho I ao AR5), “a distribuição do CO₂ atmosférico aumenta com a latitude, o que mostra que o aumento é impulsionado pelas emissões antropogênicas, que ocorrem principalmente nos países industrializados situados no Hemisfério Norte (STOCKER et al., 2013, p.50). Afirma-se também que é “*extremamente provável*” que as atividades humanas causaram mais que a metade do aumento médio global da temperatura superficial, de 1951 a 2010 (STOCKER et al, 2013, p.60). Os alunos, no entanto, e como observado nas outras categorias e discutido em cada uma delas, não explicitam concepções mais complexas sobre o papel das atividades humanas no meio, apresentando relações simples de causa e efeito, como podemos identificar nas respostas.

Na UFTM, cinco alunos responderam que as mudanças são causadas pelas ações antrópicas (8,93%). Quatro destas respostas são de alunos da turma de Química Ambiental (4º período). Os alunos parecem assimilar o conhecimento dominante a respeito das mudanças climáticas – aquele que as atribuiu às atividades antrópicas, não explicando relações mais complexas entre as esferas terrestres. Talvez, o fato de os alunos da disciplina de Química

Ambiental, a maioria das respostas nesta categoria, atribuírem às atividades humanas a responsabilidade pelas mudanças do clima possa estar relacionado à aparente abordagem, inferida de sua ementa, em que se trabalha na sala de aula: o foco da disciplina parece ser os impactos ambientais, e as diferentes formas de poluição, das atividades antrópicas.

Nenhum estudante da UFTM, cuja resposta compôs esta categoria, mencionou noções sobre tempo (geológico ou não) ou sobre escala geográfica de mudanças climáticas. Encontramos, em uma das respostas, um erro que também foi encontrado por Shepardson et al. (2008), a respeito da camada de ozônio. Em sua revisão de diversos estudos, cujo objetivo era o de investigar a concepção de estudantes (do ensino secundário dos Estados Unidos) sobre as mudanças climáticas e o aquecimento global, os autores observaram que muitos estudantes viam o “buraco” da camada de ozônio como uma das principais causas para o aquecimento global e as mudanças climáticas. Uma ideia comumente sustentada por esses alunos era a de que o buraco da camada de ozônio permite que mais energia atinja a Terra, causando assim o aquecimento global e a mudança climática (ÖSTERLIND, 2005; PRUNEAU et al., 2003; ANDERSSON & WALLIN, 2000; KOULALIDIS & CHRISTIDOU, 1999; BOYES et al., 1999; BOYES & STANISSTREET, 1997; RYE et al., 1997; BOYES & STANISSTREET, 1994 apud SHEPARDSON et al., 2008, p. 4). Também na UFTM um aluno (UFQ5.02) relacionou a camada de ozônio às mudanças climáticas, explicando que “*as fontes poluidoras têm papel fundamental nessas mudanças (...). Essas poluições afetam diretamente nossa atmosfera, modificando, destruindo a camada de ozônio, intensificando o efeito estufa (...)*”. Outra resposta que chamou a atenção foi a resposta UFQ5.09, que mencionou o desmatamento como uma causa da mudança climática, porque as árvores “ajudam a absorver o CO₂” (o desmatamento pode também afetar o albedo da superfície, mas isso não foi lembrado pelo aluno). Sobre a absorção de CO₂, apontada pelo aluno, o PBMC, ao explicar sobre os estoques de carbono do solo e acima do solo, observados nos biomas brasileiros, esclarece que:

Quanto aos estoques de carbono e nitrogênio acima do solo, em termos de ecossistemas, destacam-se a Mata Atlântica e, especialmente, a Amazônia como tendo os maiores estoques. Apenas na Amazônia e no Pantanal, os estoques de carbono e nitrogênio são mais elevados na biomassa acima do solo em relação aos estoques do solo; nos outros biomas, os maiores estoques se concentram efetivamente nos solos. Destacam-se as observações de que a Amazônia está absorvendo carbono da atmosfera a uma taxa de 0,11 a 0,50 MgCha⁻¹Ano⁻¹. Essa absorção de carbono é muito significativa e

constata um importante serviço ambiental que a Floresta Amazônica está realizando ao remover o CO₂ da atmosfera em altas taxas. O Cerrado também está mostrando absorção CO₂ atmosférico a uma taxa de 0,1 a 0,3 MgCha⁻¹Ano⁻¹. Observa-se também a melhor quantificação do estoque de biomassa acima do solo para todos os biomas, em particular para a Amazônia, com estoques de carbono que variam de 95 a 250 MgCha⁻¹. Trabalho significativo também foi feito na contabilidade de carbono armazenado no solo para todos os biomas brasileiros, com destaque para os altos valores observados na Mata Atlântica com valores de 190 a 280 MgCha⁻¹. (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2013, p. 13)

De uma forma geral podemos dizer que essas respostas foram mais limitadas, no sentido que não se observou uma visão mais complexa e integradora do planeta como um sistema. Os alunos apontaram relações entre causas e efeitos de forma mais simples, e percebe-se que suas concepções estão amplamente fundamentadas no discurso dominante em relação às mudanças climáticas. Conforme já observamos em outra seção de análise de respostas, citando Bacci e Martins (2013), os alunos trazem fortes concepções antropocêntricas de formações anteriores, e isto fica muito claro na resposta UFQ5.02, em que o aluno diz que *“apesar de estar somente no quarto período, este é um tema que foi tratado na escola também”*. Talvez por este motivo eles não consigam enxergar a mudança do clima para além das dimensões da vida dos seres humanos.

5.4.4 Respostas não categorizadas

Do total de repostas dos alunos da Uniube, oito não foram categorizadas. Os motivos foram variados. Um aluno não respondeu esta questão (UET5.04). A página em que a questão se encontrava estava faltante em um dos questionários aplicados (UM4.03). Três alunos disseram simplesmente que as mudanças climáticas ocorrem (UET5.05, UC4.01 e UM4.09). Outro aluno, conforme podemos observar na transcrição, referiu-se aos fenômenos que, segundo sua concepção, indicam que o clima global está mudando:

“É fato que as mudanças climáticas ocorrem, percebe-se isso claramente dos dias atuais através de tempestades fora de época, eventos catastróficos que antes não aconteciam”. (UM4.13)

As demais respostas não categorizadas compreendem as respostas de dois alunos da disciplina de Ecotoxicologia que afirmaram não ter conhecimento sobre o assunto (UET5.01 e UET5.03).

De todas as respostas analisadas na UFTM, 8 não puderam ser categorizadas. Destas, dois alunos disseram que se trata de uma área sobre a qual são necessários muitos estudos (UFGA5.12 e UFGA5.13) e um disse que ainda não pode tirar uma conclusão sobre o assunto (UFGA5.02). Dois alunos disseram que as mudanças climáticas ocorrem e que suas causas são variadas, mas não as explicaram (UFC4.18 e UFGA5.06). Em um dos questionários, a folha que continha a questão estava faltante. E duas respostas, transcritas abaixo, apresentaram ideias que não se enquadraram em nenhuma das categorias emergentes da análise das demais (UFC4.16 e UFC4.17).

“É inteligível que mudanças climáticas ocorrem diariamente no globo terrestre, seja em eventos locais, regionais ou globais. As mudanças climáticas tendem a ocorrer quando um sistema muda seu equilíbrio, modificando assim as características climáticas do ponto em questão. “Um exemplo de mudança climática pode ser apontado pelo fenômeno El Niño, este devido ao aquecimento da água superficial do Pacífico é criada uma corrente de água quente que modifica a pressão, lançando esta corrente (jet stream) criam zona de seca e determinados pontos e zonas úmidas em outros”. (UFC4.16)

“Ocorrem em todo o mundo, principalmente em áreas de grande poluição e com pouca dispersão de ventos, ocorrendo inversão térmica, mudanças climáticas, etc.”. (UFC4.17)

Essas respostas apresentaram ideias relativas à escala geográfica, ao mencionarem que as mudanças são observadas localmente, regionalmente ou globalmente. Alguns erros foram observados, como por exemplo, na resposta UFC4.16, que caracteriza o fenômeno El Niño como um exemplo de mudança climática, e a resposta UFC4.17, em que a concepção do aluno é muito confusa. Na resposta UFC4.16, o aluno afirmou que *“mudanças climáticas ocorrem diariamente no globo terrestre”*, o que pode remeter à uma noção relacionada à

escala de tempo em que as mudanças ocorrem, ou, o aluno pode desejar expressar que as mudanças são *percebidas* diariamente por meio dos eventos locais, regionais ou globais.

Na Factus, um aluno não respondeu à questão (FH4.02), e dois responderam apontando impactos negativos das mudanças climáticas à vida humana, sendo que um afirmou que as mudanças no clima alteram a qualidade de vida (FH4.08), e o outro disse que provocam *“tempestades, tufões, ciclones e furacões de magnitude incomum e em épocas a quais não se costumava ocorrer (...) devastação, perda de plantações, enchentes, baixa produtividade das lavouras”* (FH4.01).

Portanto, do total de 106 respostas obtidas para a questão que investigou a percepção dos alunos sobre o tema, 19 não foram categorizadas (o que equivale a 17,92% do total) por não ter sido respondidas, ou por apresentarem argumentos que divergiram da tendência e argumentação geral.

5.5 Percepções sobre a contribuição das Geociências para a formação profissional e para o entendimento do tema das mudanças climáticas

A fim de investigar a percepção dos estudantes quanto às contribuições do conhecimento geocientífico para a sua formação profissional em geral e para a compreensão do tema das mudanças climáticas, foram elaboradas duas questões específicas, as quais foram: *“Como você entendeu a contribuição desta disciplina para a sua formação como engenheiro ambiental? Em que você acha que ela irá te ajudar na sua profissão e por que é importante aprender geologia para ser um engenheiro ambiental?”* e *“De que forma as geociências contribuem para a compreensão do tema das mudanças climáticas?”*. As perguntas constaram dos questionários elaborados para os alunos das turmas de Geologia para Engenharia e Geoquímica Ambiental, da Factus; para a turma de Sistemas e métodos em solos e Geotecnia I, da Uniube, e para a turma de Geologia Ambiental da UFTM.

Os alunos da Uniube não responderam às questões, porque, devido à incompatibilidade de horários entre a pesquisadora e o docente, os questionários foram entregues ao professor para que fossem aplicados à turma; entretanto, quando da aplicação, o professor informou que poucos alunos compareceram à aula, e ele optou por não aplicar. Como se tratava do final do semestre, não foi possível realizar uma nova tentativa.

Assim, responderam às questões os alunos da Factus e da UFTM, totalizando 29 respostas, nove da primeira instituição e 20 da segunda. Os resultados obtidos em ambas as instituições foram agrupados e são apresentados nas tabelas 5.6 e 5.7, a seguir. A discussão será apresentada em dois subitens distintos: um referente às contribuições das geociências para a formação profissional, e outro referente à sua contribuição para compreensão das mudanças no clima.

A fim de embasar a análise das respostas, observamos as Categorias de Geociências estabelecidas por Galvão (2010). A autora investigou o tema das mudanças climáticas em questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sob a perspectiva das Geociências, e, para analisar os dados de seu estudo, sintetizou três importantes aspectos do conhecimento geocientífico, que foram estabelecidos como categorias: a interconexão entre as esferas terrestres, a escala temporal (perspectiva histórica), e a escala espacial. Procuramos observar se os argumentos dos alunos se inserem nestes aspectos, que, assim como Galvão (2010), consideramos relevantes para a apreensão dos conhecimentos geocientíficos, sobretudo para alunos de cursos afins, não específicos da área, como é o caso da Engenharia Ambiental.

5.5.1 Contribuição das Geociências para a formação profissional

A análise das respostas dos estudantes à questão que investigou suas concepções sobre a contribuição dos conhecimentos geocientíficos para sua formação como engenheiro ambiental evidenciou a emergência de uma única linha de argumentação. Os alunos ressaltaram a contribuição da Geologia para o entendimento sobre processos e sistemas naturais.

A Tabela 5.6 apresenta a quantificação de respostas. Algumas respostas não foram categorizadas porque, no caso da Factus, um estudante não respondeu à questão, e, no caso da UFTM, as respostas enfatizaram outros aspectos (quatro delas mencionaram a contribuição da geologia para o entendimento das mudanças climáticas).

Tabela 5.6 - Percepções dos respondentes sobre a contribuição das geociências para sua formação

Categoria	Geol. para engenharia/geoq. ambiental (Facthus)	Geologia ambiental (UFTM)	TOTAL GERAL	
	Quantidade de alunos que se referiram à categoria		Absoluto	Relativo *
Conhecimento sobre sistemas/processos naturais para o seu estudo e manejo (base para diagnóstico)	8	16	24	82,76%

*Relativo ao total de respondentes

Os alunos expressaram sua concepção de que através da Geologia pode-se conhecer melhor o meio em que se desenvolverá determinado projeto. Embora demonstrem compreender o estudo das relações entre as esferas terrestres como um dos campos da Geologia (em frases tais como “*a disciplina (...) permite compreender os principais fenômenos que alteram e originam as estruturas geológicas conhecidas e assim podem servir como base para diversos estudos ambientais (...)*” [UFGA4.09]; “*Você tem que conhecer e entender todos os processos e fenômenos geológicos que ocorrem para realizar projetos (...) todos os processos afetam diretamente a dinâmica da Terra*” [UFGA4.10] e “*faz com que todo engenheiro ambiental tenha uma visão holística sobre o problema a ser tratado. É importante para adquirir conhecimentos sobre os ciclos naturais e estes interferem diretamente nos fenômenos ambientais*” [UFGA4.16]), as expressões utilizadas nas respostas são genéricas (“processos e fenômenos geológicos que ocorrem”, “processos afetam a dinâmica da Terra”, “ciclos naturais interferem nos fenômenos ambientais”), e os alunos não explicam a que fenômenos/processos/ciclos se referem.

Os argumentos são focados em aspectos de diagnóstico para resolução de problemas ou na concepção de projetos. As respostas UFGA4.06, UFGA4.09, UFGA4.12 e UFGA4.15 exemplificam esta afirmação: “*(...) na implantação de um aterro sanitário, temos que*

conhecer o tipo de solo para entender o melhor lugar para alocar o mesmo, assim como o conhecimento do mesmo para locação de habitações, para evitar desmoronamentos, escorregamentos (...)"; *"(...)para a análise da viabilidade de instalação de empreendimentos como aterros sanitários, redes de abastecimento de água e esgoto (...)"*; *"(...) melhor compreensão dos desastres naturais (...)"*; *"(...) ir a campo e saber identificar as características que ali existem e poder dar um diagnóstico para a construção ou não de algum empreendimento ali naquele lugar (...)"*. Um aluno mencionou os campos de planejamento e gestão pública e de qualidade de águas subterrâneas. De forma geral, a Geologia é compreendida como um campo que contribui para a resolução de problemas ou a implantação de projetos.

Os campos de atuação mencionados nos trechos descritos não destoam da ementa da disciplina de Geologia Ambiental, que inclui tópicos como riscos geológicos, introdução à geoquímica e uso e ocupação do solo, o que pode ser um indício de que os conteúdos abordados foram apreendidos pelos alunos. Isto pode ser um indício de que essa abordagem focou em casos em que os futuros engenheiros ambientais podem trabalhar. A partir das respostas dos alunos, não podemos aprofundar a discussão acerca da abordagem das interações entre esferas terrestres e das escalas temporais e geográficas, porque os alunos não mencionaram estes aspectos da contribuição do conhecimento geocientífico para o estudo do meio ambiente. Não obstante, há que se reconhecer que os alunos percebem a disciplina como importante para sua formação profissional, dentro de uma concepção ainda resolutiva e mais aplicada.

As respostas dos alunos e seu reconhecimento da contribuição da Geologia para a sua formação, dão indícios sobre a forma como a Geologia Ambiental é ensinada no curso da UFTM. Essa abordagem concorda com as sugestões de especialistas no ensino de Geologia para engenheiros, entrevistados por Furegatti (2006), em seu trabalho que investigou o conteúdo geológico presente em cursos de Engenharia Civil do estado de São Paulo e o comparou à concepção de conteúdo formada pelas sugestões dos especialistas. Para um dos entrevistados, deve-se fornecer conhecimento para que o engenheiro busque soluções para os problemas que encontrará e deve-se despertar sua consciência para a necessidade do conhecimento geológico no desenvolvimento de projetos de Engenharia. Segundo o especialista, o conhecimento de Geologia é necessário para compreender como processos geológicos interferem nos projetos de Engenharia, devendo o professor dar exemplos para

sensibilizar os estudantes. A partir das respostas discutidas, pode-se afirmar que abordagem da disciplina no curso da UFTM concorda com as sugestões do especialista.

Quanto à Factus, todos os alunos da turma de Geologia para Engenharia/Geoquímica Ambiental apontaram as geociências como importantes para o estudo do solo. Os estudantes não mencionaram noções relativas ao estudo das interações entre as esferas terrestres e às escalas de tempo e espaço, evidenciando que, segundo sua concepção, a grande contribuição da Geologia se dá no estudo do solo, e que eles entendem que o conhecimento acerca deste recurso natural é importante para o desenvolvimento de seus futuros trabalhos. Todas as respostas enfatizaram este ponto de vista. Buscamos a ementa da disciplina de Geologia para Engenharia e confirmamos a abordagem do assunto. Os tópicos listados na ementa são: noções de geologia histórica; gênese e classificação das espécies minerais; rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares; produtos do intemperismo; mineralogia da fração argila; propriedades de superfície dos colóides do solo; fatores que atuam sobre a formação do solo; material de origem, clima, relevo, organismos e tempo. Este dado corrobora o que afirmam os especialistas entrevistados por Furegatti (op.cit), que alertam que o conteúdo transmitido aos estudantes de Engenharia privilegia o estudo de características de minerais, rochas e solos, ao invés de explorar processos, balanços e fluxos de matéria e de energia. Este tipo de abordagem não contribui para que os estudantes possam compreender os processos naturais a partir de uma visão integrada.

5.5.2 Contribuições para o entendimento do tema das mudanças climáticas

Ao analisar as respostas à questão de que trata este item, buscamos também observar as Categorias de Geociências de Galvão (2010), à maneira como procedemos na análise discutida anteriormente. As categorias emergentes dos resultados apresentados neste item se aproximaram mais dos aspectos categorizados pela autora, especialmente as categorias 2 e 3, mostradas na Tabela 5.7. As discussões serão expostas separadamente, para cada categoria.

Tabela 5.7 - Percepções dos respondentes sobre a contribuição das geociências para a compreensão do tema

Categoria	Geologia para engenharia/geoq. ambiental (Facthus)	Geologia ambiental (UFTM)	TOTAL GERAL	
	Quantidade de alunos que se referiram à categoria		Absoluto	Relativo *
1 - Melhor compreensão do tema: suas causas e efeitos	3	10	13	44,83%
2 – Compreensão sobre os processos naturais	3	8	11	37,93%
3 - Estudo do passado	2	2	4	13,79%

*Relativo ao total de respondentes

Categoria 1: Melhor compreensão do tema: suas causas e efeitos

A partir da análise das respostas atinentes a esta categoria, percebemos que os alunos consideram o tema das mudanças do clima como um campo de estudo das Geociências. Afirmou-se, de forma geral, que este campo científico contribui para a caracterização do fenômeno, em termos de causas e efeitos. Os alunos valorizaram esta linha de raciocínio, sendo esta a categoria a que mais respostas se referiram, especialmente os alunos da UFTM. E, de fato, o tema “mudanças climáticas globais” é um dos tópicos da ementa da disciplina Geologia Ambiental. A seguir, transcrevemos algumas das respostas:

“Possibilitam a realização de estudos para analisar e avaliar as mudanças climáticas.” (FG5.08)

“É importante pois nos capacita a compreender as mudanças climáticas de uma forma diferente e mais plausível.” (UFGA6.02)

“Através das geociências é possível saber onde as mudanças climáticas mais afetam e assim poder encontrar meios que minimizem os impactos provocados por elas.” (UFGA6.05)

“Observando-se como é o comportamento dos fenômenos e como é a influência das mudanças que estão ocorrendo.” (UFGA6.11)

A resposta UFGA6.05, transcrita acima, aproximou-se da visão sistêmica “(...) *saber onde as mudanças climáticas mais afetam (...)*”, embora seja uma resposta superficial, que não apresenta conceitos mais detalhados a esse respeito. A noção de escala de espaço está relacionada à estratégia de se estudar o planeta em escala global, regional ou local devido a sua complexidade (CARNEIRO et al., 2003 apud GALVÃO, 2010), e de se tratar os locais, as regiões, o ambiente, a partir da dimensão horizontal – que enfatiza a contextualização de um fenômeno, sua determinação espaço-temporal e comparação com outros a partir de sua localidade – e vertical – que valoriza a generalização, observa os diferentes contextos da horizontalidade, buscando explicá-los em conjunto ou conjuntos, apagando-se tempo e espaço (COMPIANI, 2007). AS respostas, de uma forma geral, reconhecem a contribuição das geociências para o entendimento das mudanças climáticas, mas não apresentam explicações mais detalhadas, o que mostra superficialidade nos conhecimentos dos alunos.

Categoria 2: Compreensão sobre os processos naturais

As respostas pertencentes a esta categoria apresentam argumentos que se aproximam da noção de interconexão entre as esferas terrestres. A seguir, apresentamos algumas transcrições.

“A partir das explicações iniciais sobre como surgem os principais ciclos biogeoquímicos, desde o entendimento de que o solo é um organismo vivo que possui influências bióticas e abióticas.” (FG5.04)

“É a partir do que ocorre na Terra, dos processos atmosféricos que interferem na superfície, entre outras atividades, que podemos estudar e estimar o que pode vir a ocorrer em um futuro próximo, ou até mesmo distante (na Terra).” (UFGA6.03)

“As geociências contribuem para compreender as mudanças climáticas. Com elas é possível relacionar todas as funções e compreender as relações da natureza.” (UFGA6.08)

“O estudo da Terra contribui para a compreensão do tema visto que é um estudo que trabalha os assuntos na visão holística e não reducionista.” (UFGA6.14)

“Porque são os ciclos naturais estudados pelas geociências os principais causadores das mudanças climáticas.” (UFGA6.16)

A complexidade do sistema climático global resulta em parte da complexidade de cada um de seus subsistemas e suas propriedades físicas individuais, e em parte da natureza das interações que existem entre eles (GALVÃO, 2010). Os alunos reconhecem a relevância das geociências para o estudo destas esferas e relações, contribuindo para a compreensão das mudanças climáticas. No entanto, mesmo que esta categoria se aproxime de uma noção sistêmica do planeta, não se pode afirmar que esta seja a visão dos alunos, visto que suas respostas são pouco detalhadas. A resposta UFGA6.16, por exemplo, menciona *“os ciclos naturais estudados pelas geociências”*; a resposta UFGA6.08, fala sobre *“as relações da natureza”*, e a resposta FG5.04, explica que *“o solo (...) possui influências bióticas e abióticas”*). Os alunos não explicam a complexidade existente no estudo das esferas terrestres em seus argumentos, como é o caso da resposta UFGA6.03, em que o aluno explica a relação entre atmosfera e superfície apenas sob uma perspectiva: a de que os processos atmosféricos interferem na superfície. De certa forma, esta categoria reafirma a concepção dos alunos quanto às contribuições das geociências para a sua formação, no sentido de que a disciplina contribui para a compreensão de processos naturais, mas deixa visível também que os alunos apresentam dificuldades para desenvolver raciocínios a respeito do tema das mudanças climáticas, especificamente.

Categoria 3: Estudo do passado

Poucos alunos mencionaram o estudo do passado como um campo das geociências capaz de contribuir para o entendimento das mudanças climáticas. Como mostra a Tabela 5.7, apenas quatro respostas se referiram a esta categoria, duas em cada turma que respondeu à questão. A seguir, as transcrições de duas destas respostas exemplificam o raciocínio utilizado na argumentação dos estudantes:

“Contribui para maior aprendizagem das mudanças, pois podemos estudar o antes de tudo começar.” (FG5.07)

“Analisando passo a passo a dinâmica da Terra através de estudos avançados pelas geociências, pode-se descobrir o que ocorreu no passado em relação às mudanças climáticas, entender as condições climáticas atuais e prever através desses fenômenos geológicos e geomorfológicos as mudanças climáticas futuras.” (UFGA6.10)

Oscilações climáticas entre eras glaciais e interglaciais e ciclos climáticos globais são considerados por Carneiro (2009) como ciclos de duração longa. O argumento comum às respostas desta categoria evidencia que os estudantes reconhecem a relevância da noção de escala de tempo em geociências. Por exemplo, na resposta UFGA6.10 afirma-se que através de estudos geocientíficos se pode descobrir o que ocorreu no passado, entender as condições atuais e prever mudanças futuras. A resposta FG5.06, não transcrita, apresenta raciocínio semelhante de que as geociências “*ajudam a entender as atividades que aconteceram para tudo estar como hoje*”. Embora não desenvolvam argumentos mais detalhadas acerca do Tempo Geológico, os estudantes demonstram seu conhecimento acerca deste tópico, o que é positivo para a sua formação como engenheiro ambiental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta pesquisa foi compreender como o tema das mudanças climáticas é abordado nos três cursos de Engenharia Ambiental oferecidos na cidade de Uberaba (MG). Para tanto, investigamos, por meio da aplicação de questionários qualitativos e da Análise Textual Discursiva, quatro aspectos principais da percepção dos graduandos, sobre: 1) suas concepções a respeito do tema, 2) as relações entre este tema e sua futura atuação profissional, 3) a contribuição das geociências para a sua formação e para a compreensão do tema, e 4) a abordagem dada ao assunto nas disciplinas selecionadas. Entrevistas com os docentes responsáveis pelas disciplinas de Climatologia das três instituições também foram realizadas. Cada aspecto investigado guarda relação direta com os objetivos específicos que procuramos alcançar ao longo da pesquisa. Teceremos assim, considerações a respeito dos resultados obtidos na pesquisa.

Para dar início à discussão, retomemos o primeiro objetivo específico estabelecido, que compreende a análise dos conhecimentos específicos sobre mudanças climáticas abordados nos cursos. Estariam sendo abordados conhecimentos que possibilitam uma visão mais abrangente sobre a questão? Como buscamos mostrar no terceiro capítulo, o sistema climático global é complexo e sofre a interação de diferentes fatores. As preocupações ao se estabelecer este objetivo específico foram: verificar se estes conhecimentos estão sendo abordados nos cursos, se os alunos demonstrariam compreender a complexidade do sistema climático, ou se predominaria uma visão que atribuisse à mudança exclusivamente a influência humana. Sobre esta questão, destacaremos alguns aspectos observados nas análises.

O primeiro deles foi o fato de que, quando solicitado aos alunos que explicassem como entendem as mudanças climáticas, a grande maioria tentou explicar possíveis causas para a mudança. E como expusemos, as repostas se dividiram entre aqueles que entendem que as mudanças climáticas acontecem devido à atividade antrópica; os que consideram que a influência antrópica contribui para a mudança, embora ela ocorra também por causas naturais, e aqueles que responderam que as causas para o fenômeno são unicamente naturais. A maioria dos alunos (47,17%) respondeu que apesar de ocorrerem por causas naturais, a atividade antrópica também contribui para alterar o clima terrestre, e, em uma inferência mais geral, a partir dos resultados obtidos e descritos, pode-se afirmar que a maioria dos estudantes de Engenharia Ambiental das instituições investigadas consideram que a ação humana influencia

o sistema climático global. Julgando-se esta categoria de resposta e a dos que afirmaram que as mudanças ocorrem devido à atividade antrópica, chega-se ao total percentual de 58,50% dos respondentes.

Acreditamos que esta predominância no posicionamento dos alunos reflete a visão sob a qual, no geral, o tema é abordado nos cursos investigados, e está estreitamente ligada à natureza do curso de Engenharia Ambiental. Como foi explicado, o curso busca capacitar profissionais que atuarão na prevenção, mitigação ou remediação de impactos ambientais – isto é, em linhas gerais, o engenheiro ambiental trabalhará para que as atividades antrópicas sejam realizadas de forma harmonizada com o ambiente, de forma que se previna ou mitigue os impactos prejudiciais. Considerando esta característica do curso, é natural que se dê ênfase, no âmbito das disciplinas, às atividades humanas potencialmente impactantes. Assim, pode-se afirmar que ao se abordar o tema nos cursos, a influência antrópica não foi descartada.

Precisamos também considerar o papel da mídia, que propaga nos diversos meios de comunicação o discurso de que a sociedade é responsável pelas alterações do clima. Além disso, considerando que este tema quase nunca é abordado na formação escolar básica, e quando o é, ainda predomina uma abordagem fragmentada, muitos alunos ingressam nos cursos universitários sem ter, sequer, vivenciado uma discussão mais crítica sobre o tema, e, portanto, não desenvolvem argumentação para debater com o professor, predominando a visão que o professor traz em sua disciplina.

Em contraponto a esta afirmação, e ao mesmo tempo mostrando a contribuição da visão sistêmica dada pela Geologia temos os resultados dos questionários da disciplina Geologia Ambiental, da UFTM, onde uma parcela dos alunos não considerou que a atividade antrópica influencie o clima, considerando a questão temporal como fator importante. A análise específica dos dados dessa universidade, nos remete, novamente, à discussão quanto à abordagem feita pelo professor da questão climática em cada disciplina e, ainda, a relevância dos conteúdos geocientíficos para a formação profissional e para o entendimento do tema, dois aspectos que buscamos investigar através dos objetivos específicos e que serão discutidos mais adiante.

O que se constata, considerando o conjunto de conhecimentos presentes no currículo do curso, é que o tema tem sido abordado de forma fragmentada, não havendo integração entre os componentes curriculares. Além disso, a forma como se discute os conceitos científicos referentes ao tema é determinada pela natureza de cada campo do saber abordado

nas diferentes disciplinas. Observamos exemplos disso também nas respostas obtidas na UFTM. Os alunos de Química Ambiental (4º período), predominantemente explicaram que as mudanças climáticas são consequência da ação humana, enquanto que os de Geologia Ambiental (8º período), como mencionamos, afirmaram que são ciclos naturais, e os de Climatologia (6º período) predominantemente reconheceram a interferência tanto de processos naturais quanto antrópicos. Na Uniube, por sua vez, a maioria dos alunos de Monitoramento Ambiental considerou a influência humana no clima. Estas respostas refletem claramente os conteúdos destas disciplinas e as abordagens dos professores. Respostas de alunos de sete das onze turmas participantes configuraram a categoria “Abordagem do tema na discussão de diferentes tópicos estudados nas disciplinas”, mostrando que as visões sobre o tema variaram de acordo com os conceitos estudados nas disciplinas.

A abordagem do tema em conteúdos específicos de ementas das disciplinas é proveitosa por apresentar especificidades ou contribuições de diferentes campos das ciências para a discussão sobre o tema. No entanto, essa abordagem fragmentada não é suficiente para discutir a complexidade do sistema climático terrestre, além de, não raro, dar-se ênfase apenas às partes do sistema, sem abordá-lo como um todo. A predominância da abordagem fragmentada reduz o entendimento sobre sistemas complexos, dificultando a compreensão dos mesmos pelos alunos. A mudança no sistema climático é um bom exemplo para se discutir a complexidade e a interdisciplinaridade, promovendo a reflexão crítica, a argumentação e o debate, e fazendo com que os alunos pensem na perspectiva de tempo e espaço.

Considerando as estratégias de ensino e os recursos didáticos usados pelos professores, os resultados apontam aulas expositivas, predominando as palestras com apresentação de *slides*. Considerando a complexidade do tema das mudanças climáticas, a estratégia de ensino utilizada também contribui para dificultar a compreensão sistêmica, com o predomínio da transposição de conteúdos, que refletem a visão do professor. Desta forma, o aluno não é colocado numa situação de aprendizagem que favoreça a construção de argumentos, a reflexão, a discussão, o levantamento de hipóteses sobre as possíveis causas e consequências das mudanças climáticas. Isso resulta numa elaboração do conhecimento por parte do aluno superficial e numa determinada perspectiva do tema.

A disciplina de Climatologia, porém, destacou-se, nas três instituições pela forma de abordagem do tema. Os professores valorizaram o debate e forneceram informações, por meio de artigos científicos de autores com diferentes posições, que apresentam a controvérsia a

respeito do tema. Ou seja, os professores procuraram trabalhar aspectos relacionados às divergências atuais sobre a causa das mudanças climáticas. Como resultado, as respostas diferenciaram-se das demais disciplinas. O fato de os alunos focarem suas respostas das causas das mudanças e considerarem tanto as influências antrópicas quanto as naturais pode ser reflexo desta abordagem na disciplina de Climatologia (vale lembrar que a questão referente às concepções dos alunos sobre o tema foi feita para aqueles que já haviam cursado ou estavam cursando a disciplina). Neste caso, os professores favoreceram a construção de argumentos, a reflexão, a discussão, o levantamento de hipóteses sobre as possíveis causas e consequências das mudanças climáticas, promovendo a construção do conhecimento e não apenas a reprodução de informações. Entendemos que esta disciplina possibilita uma maior compreensão do sistema climático e da sua complexidade natural.

Quanto à relevância dos conteúdos geocientíficos para a formação profissional e para o entendimento do tema, quando perguntamos aos que cursavam disciplinas de conteúdo geocientífico sobre sua percepção a respeito da contribuição deste campo do saber à sua formação profissional, eles se reportaram, mais uma vez, a aspectos específicos tratados em sala de aula. Por exemplo, os alunos da Fachus, em sua maioria, afirmam que a disciplina de Geologia para Engenharia é importante para o estudo do solo. Eles não mencionaram contribuições provenientes da Geoquímica Ambiental ou de outras disciplinas.

Os alunos de Geologia Ambiental da UFTM mencionaram a contribuição dos conhecimentos geocientíficos para o estudo dos sistemas naturais, mas as respostas são, no geral, bastante generalistas, sem especificar esses sistemas, as esferas terrestres e suas relações, a contribuição dos estudos de natureza histórica, ou a abordagem das escalas espaciais com suas visões globais, regionais e locais. Assim, a relevância é reconhecida, mas os alunos não o relacionam com outros conteúdos, predominando ainda uma visão fragmentada. A respeito da contribuição das Geociências para a compreensão das mudanças climáticas, ela também é reconhecida porque, segundo os alunos, possibilita estudar as causas e efeitos das mudanças climáticas, além de estudar as esferas terrestres e suas relações, bem como o passado geológico. Temos então, o reconhecimento da importância das Geociências, mas ainda a falta de integração curricular.

Isso nos leva a crer que, ao contrário de uma visão sistêmica e abrangente sobre os processos naturais, os conteúdos geocientíficos também estão sendo tratados sob uma ótica fragmentada e reducionista, apresentando-se como uma das ferramentas para a resolução de

problemas atuais da sociedade. A mudança climática é um assunto de vulto na atualidade, e foi demonstrado nesta pesquisa que tal discussão influencia os debates ambientais, a normatização e a legislação ambiental, e assim, conseqüentemente, acaba por influenciar também a atuação de engenheiros ambientais. Dada esta importância, seu ensino e sua compreensão deveriam valorizar a perspectiva sistêmica do planeta. Esta perspectiva é possibilitada pelos conhecimentos das Ciências da Terra e contribuiria para a melhor compreensão quanto a relação sociedade x natureza e o potencial que a sociedade tem de modificar o ambiente. Uma visão ampla e contextualizada das ciências ambientais, aliada aos conhecimentos tecnológicos constantes do arranjo curricular do curso, seriam de grande valia na formação de engenheiros ambientais, proporcionando uma ponte para a compreensão dos conteúdos teóricos e sua aplicação profissional.

A partir dos resultados obtidos, organizamos algumas sugestões que se relacionam às formas de abordagem do tema, tanto no sentido das visões sobre as quais ele é tratado, como das metodologias e estratégias utilizadas pelos docentes em sua abordagem.

1) **Metodologias e estratégias de ensino e a abordagem do tema:** sugerimos que as estratégias tenham uma abordagem mais participativa e proporcionem aos estudantes mais autonomia na busca pelo conhecimento sobre o tema. A forma fragmentada como o conteúdo tem sido abordado, em aulas predominantemente expositivas e de reprodução de um conhecimento predominantemente midiático, aliada à falta de uma visão complexa e sistêmica, dificulta a compreensão e não desperta o interesse dos estudantes, reduzindo um tema de grande importância na atualidade a uma compreensão generalista e superficial. A apresentação e a discussão das duas principais visões acerca das mudanças climáticas (alarmistas e céticos), bem como dos fundamentos teóricos que suportam cada uma delas, associada às pesquisas em desenvolvimento e a clara visão de que este é um campo do conhecimento onde não há certezas predominantes, parece ser a forma mais indicada de abordar o assunto. A utilização de estratégias mais desafiadoras, que coloca o aluno como promotor e não apenas receptor do conhecimento, como o debate, a investigação, a construção de argumentos embasados em dados científicos, a análise de dados produzidos por diferentes meios de divulgação (de jornais, revistas e filmes a artigos em revistas e periódicos científicos), os seminários, a exibição e debate de documentários e a própria metodologia da pesquisa científica, contribuem para uma formação mais ampla sobre o tema, como os resultados mostraram. Por meio de estratégias como estas, os estudantes participam da

construção do seu conhecimento, muitas vezes conduzindo e direcionando a própria aula, construindo o conhecimento junto com o professor. O diálogo e a consideração das ideias prévias dos alunos, a discussão sobre o Tempo Geológico, a tempestade cerebral, os mapas conceituais construídos em conjunto, as aulas de campo, a utilização de recursos informatizados, a comparação entre dados veiculados pela mídia e por fontes especializadas, e as aulas de campo são alguns dos exemplos de estratégias que podem contribuir para a abordagem complexa do tema.

A controvérsia sobre o tema deveria chamar a atenção dos alunos para o seu estudo e certamente desafia-os a pesquisar e a confrontar os conhecimentos adquiridos com aqueles que já trazem consigo. O potencial impactante das atividades humanas no ambiente não pode deixar de ser considerado, mas deve estar contextualizado na teia de relações ambientais. O estudo dos diversos fatores a influenciarem o clima terrestre mostra a complexidade do ambiente e auxilia na compreensão de outras disciplinas do currículo.

2) Relação entre o tema das mudanças climáticas e a futura atuação profissional dos estudantes: alguns alunos da Fatchus mencionaram a *pesquisa* como um possível campo de atuação profissional. Alunos das outras instituições investigadas, no entanto, referem-se a *gestão de impactos ambientais* relacionados ao clima e a aplicação de conhecimentos sobre o clima em projetos. 31,58% dos alunos participantes da pesquisa entendem que os conhecimentos a respeito do clima e suas mudanças *devem ser considerados e aplicados nos projetos que desenvolverão como engenheiros ambientais*. Quanto à outra linha de argumentação citada, 42,1% do total de respondentes apontaram *a competência do engenheiro ambiental para mitigar impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas*.

Devemos ressaltar que o impacto ambiental se refere à atividade humana, o que reforça nossa afirmação sobre a predominância da visão antropocêntrica quanto à questão climática na abordagem do tema nas instituições. Também observamos que, de forma geral, não há ênfase na prevenção destes impactos, e sim na sua mitigação e recuperação, o que reproduz o paradigma moderno produtivista de uso dos recursos naturais com propostas de melhorias tecnológicas para controle e mitigação de impactos – aliás, como já vimos, *o engenheiro ambiental deve, de acordo como perfil que se espera do egresso deste curso, possuir essa competência*.

Considerando que o campo ambiental apresenta grande complexidade e interdisciplinaridade, essa visão de mitigação dos impactos, do uso dos conhecimentos no

monitoramento, no controle da poluição, e na elaboração de projetos, configura-se também numa redução da capacidade do profissional para trabalhar com as mudanças climáticas. Essa visão fragmentada ainda predominante, não só nos cursos de Engenharia Ambiental, mas em muitos outros, leva a crer que o engenheiro ambiental deva ter uma compreensão voltada à solução de problemas.

No caso das Mudanças Climáticas, quando abordada como causa antrópica, não pode se esperar por ações de mitigação, mas por uma ação preventiva, em relação à elevação dos níveis de CO₂ atmosférico. Muitos autores usam o termo adaptação às mudanças climáticas e não mitigação. Portanto, é um tema das ciências ambientais que faz parte da ação profissional do engenheiro ambiental, mas que precisa ser entendido a partir de um conhecimento complexo e aplicado na prevenção.

Uma ampla abordagem da relação entre sociedade e natureza, contemplando os aspectos históricos da construção do conhecimento no campo ambiental, das diferentes visões de ambiente, de como a sociedade vai construindo e modificando o conceito de ambiente seria de grande valia para ampliar nos alunos a sua atuação profissional. O reconhecimento de que atuar na prevenção de impactos, questionando muitas vezes como estes são gerados e se há modos de modificar essa situação, e não apenas de mitigação dos impactos já gerados pelas atividades humanas, seria de grande valia na formação dos estudantes, ampliando sua visão. A atuação do engenheiro é uma atuação técnica no campo socioambiental, portanto uma formação mínima no campo social, para além das disciplinas técnicas, sobre esse tema seria de grande importância nos currículos.

Finalmente, julgamos ser importante registrar aqui algumas considerações pessoais da autora acerca das mudanças climáticas, das Geociências e da atuação profissional como engenheira ambiental, para concluir o trabalho com o que foi acrescentado à trajetória pessoal.

O tema das mudanças climáticas, como já dissemos, chama a atenção para a discussão sobre nossa capacidade de modificar o ambiente em que vivemos e para a necessidade de compreendermos a complexidade dos sistemas terrestres e sua relação com a sociedade atual. Estas duas questões devem ser trabalhadas durante a formação profissional do engenheiro ambiental, e considero serem estas as duas principais razões para a discussão crítica deste tema durante a graduação. No momento em que pude visualizar essa questão a partir de uma perspectiva mais ampla e complexa – sem atribuir o fato de que o verão de determinado ano foi mais quente, ou de terem ocorrido tempestades muito fortes em determinados anos, apenas

ao aumento do CO₂ atmosférico – pude começar a perceber as consequências de nossas atividades ao meio ambiente de uma forma mais crítica e mais ampla; compreendi que esta relação é complexa do que o que foi apresentado de forma fragmentada nas disciplinas que cursei, e estudá-la significa considerar uma teia de fatores e elementos. Pude me desvencilhar um pouco da forma de pensar dominante que relaciona uma causa a uma consequência, simplesmente. Isso, para mim, configura a principal contribuição das geociências para minha formação como engenheira ambiental e como pesquisadora.

Em recente participação na Conferência Municipal “Recursos Hídricos e Mudanças Climáticas”, realizada pela Prefeitura Municipal de Uberaba, pude refletir sobre a falta desta perspectiva, tanto por formadores de políticas públicas, quanto pelos formadores de opinião e pelos acadêmicos. O evento contou com grande participação de professores universitários e estudantes da área ambiental. O discurso político diz que “*devemos entregar o mundo à futura geração da mesma forma que o recebemos*”. Em vários momentos, percebeu-se a reprodução do discurso que valoriza a influência humana na questão climática, repudiando-se veementemente outras visões sobre o tema. Um dos professores que palestraram afirmou, sobre o aquecimento da Terra: “*Isso não é cíclico, não! O efeito estufa é uma realidade do momento!!*”, demonstrando total desconsideração sobre a história climática do planeta. Estes exemplos indicam claramente como o tema é discutido, ensinado e compreendido. O que eu concluo, a respeito de minha atuação neste cenário é que, como docente e pesquisadora, procurarei mostrar o caminho para se perceber o mundo e seus fenômenos, naturais e sociais, a partir de uma perspectiva mais ampla e crítica, a perspectiva da complexidade.

Como engenheira ambiental, continuarei trabalhando de forma a contribuir para que as atividades humanas impactem menos o ambiente e a sociedade. Estudar um pouco melhor a questão climática me permitiu refletir sobre diversos outros problemas ambientais que necessitam da mesma mobilização dispensada à questão climática. Como exemplo, posso citar os esforços para que agricultura seja mais sustentável e menos impactante aos recursos naturais, como água e solo; a questão do desmatamento na Amazônia, que tem papel importante para a biodiversidade e para o clima regional da América do sul, dentre outros fatores; a degradação de cursos d’água e suas matas ciliares; os riscos geotécnicos relacionados às ocupações irregulares; a poluição ambiental, principalmente nas grandes cidades; o controle sobre a exploração de recursos naturais, enfim... Nosso trabalho deve estar focado primeiro na prevenção dos problemas ambientais, por meio de mudanças culturais, de

pontos de vista, de formas de entender o mundo que sejam integradas, na complexa teia que se estabelece entre a sociedade e o ambiente. Depois, na busca de soluções para problemas como estes, colaborando para a construção da sustentabilidade. A visão sistêmica e complexa, inerente às ciências geológicas, contribuem para que esta visão seja estabelecida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L.P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L.P. (Orgs) Processos de ensinagem na Universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: UNIVILLE, 2003. 145 p.

ANDRADE, C. R. M.; ZAIAT, M. Engenharia, natureza e recursos naturais. In: CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F. (Coord.) **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL 2013. **Uberaba**. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil/uberaba_mg>. Acesso em: set. 2014.

BACCI, D.C.; PATACA, E.M. Educação para Água. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 211-226, 2008.

BACCI, D. C. A contribuição do conhecimento geológico para a Educação ambiental. **Revista Pesquisa em Debate**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-23, 2009. Disponível em: <http://www.pesquisaemdebate.net/docs/pesquisaEmDebate_11/artigo_7.pdf>. Acesso em: set. 2012.

BACCI, D.C.; MARTINS, V. O ensino de temas ambientais na formação de educadores em geociências e educação ambiental: mudanças climáticas no passado e presente da Terra. In: CASSIANI, S.; SILVA, H. C.; PIERSON, A. H. C. (Orgs). **Olhares para o ENEM na Educação Científica e Tecnológica**. Araraquara: Ed. Junqueira e Marin, 2013. p. 100-120.

BENGTSON, H. **Environmental Engineering defined**. 2010. Disponível em: <<http://www.brighthubengineering.com/geotechnical-engineering/96465-environmental-engineering-defined/>>. Acesso em nov. 2014.

BJORN, L. **O Ambientalista Cético**. 5 ed. São Paulo: Campus/Elsevier, 2002.

BONITO, J. et. al. A complexidade do tempo geológico e a sua aprendizagem com alunos portugueses (12-13 anos). **Terrae Didática**, v.7, n.2, p.81-92, 2011.

BRASIL. Conselho Federal de Educação. Resolução n.º 48, de 27 de abril de 1976. Fixa os mínimos de currículo e duração do curso de graduação em Engenharia e de suas áreas de habilitações.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 003, de 28 de junho de 1990. Estabelece padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 ago. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em jul. 2014.

BRASIL. Portaria n.º 1.693, de 5 de dezembro de 1994. Cria a área de Engenharia Ambiental. Disponível em: http://www.em.ufop.br/deamb/arquivos/PORtMEC1693_94.pdf. Acesso: 09.2014.

BRASIL. Resolução n.º 447, de 22 de setembro de 2000. Dispõe sobre o registro profissional do engenheiro ambiental e discrimina suas atividades profissionais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 out.2000. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/downloads/0447-00.pdf>>. Acesso: 09.2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução n.º 11, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em ago. 2014.

BRASIL. Decreto n.º 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para implementação da Política Nacional da Biodiversidade. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D43x39.htm>. Acesso em jul. 2014.

BRASIL. Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, 30 dez. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso: 05.2013.

BRASIL. Decreto n.º 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Regulamenta os arts. 6o, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, 10 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm. Acesso: 09.2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n.º 429, de 28 de Fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, 02 mar. 2011. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res42911.pdf>>. Acesso em jul. 2014.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, 28 maio 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em jul. 2014.

BUESCHER JR., C.A. **History of Environmental Engineering**. Disponível em: < <http://eece.wustl.edu/aboutthedeptment/Pages/history-env-eng.aspx>>. Acesso em: set. 2014.

CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; LOPES, O. R. O ciclo das rochas na natureza. **Terrae Didática**, v.5, n.1, p. 50-62, 2009.

CHAUDHRY, F. H. Prefácio. In: CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F. (Coord.) **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

COMPIANI, M.; GONÇALVES, P. W. Epistemología e Historia de la Geología como fuentes para la selección y organización del curriculum. **Rev. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v.4, n.1, p.38-45, 1996.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. Resolução n.º 218, de 29 de junho de 1973. Discrimina as atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília**, DF, 31 jul. 1973. Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/downloads/0218-73.pdf>>. Acesso em ago. 2014.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. Resolução n.º 1.010, de 22 de agosto de 2005. Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 ago. 2005. Disponível em: < <http://www.confea.org.br/media/res1010.pdf>>. Acesso em ago. 2014.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL – CREA-RS. Engenheiro ambiental – Interligando desenvolvimento e meio ambiente. **Conselho em Revista**, n.33, p.33, 2007.

CONTI, J.B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 2011. 96 p.

DURKIN, M. A grande farsa do aquecimento global/ The Great Global Warming Swindle. 2007. Vídeo. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=tpvpiBiuki4>. Acesso: 05.2013.

EEROLA, T. T. **Mudanças climáticas globais**: passado, presente e futuro. Trabalho apresentado ao Fórum de Ecologia, Florianópolis, 2003. Disponível em: www.fcmc.es.gov.br/download/mudancas_climaticas_globais.pdf. Acesso: 05.2013.

FACULDADE DE TALENTOS HUMANOS. **Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Ambiental**. Uberaba: Faculdade de Talentos Humanos, 2010.

FAIRCHILD, T. R. A Terra: passado, presente e futuro. In: **Decifrando a Terra**. TEIXEIRA, W. et al. (Orgs.). São Paulo: Oficina de Textos, 2001, p. 493-516.

FELÍCIO, R.A.; ONÇA, D.S. “Aquecimento global”, “mudanças climáticas” e “caos ambiental” justificando o falso “desenvolvimento sustentável”: a teoria da tríade. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.6, p. 569-590, 2010.

FILHO RICCIOPPO, P. Uberaba: formando engenheiros desde 1895. **Rev. Engenharias e Arquitetura**, n.2, p.25-30, 2013.

FRANCO, M.L.P.B. **Análise de Conteúdo**. Brasília: Plano Editora, 2003. 72 p.

FRODEMAN, R. O raciocínio geológico: a geologia como uma ciência interpretativa e histórica. Tradução Lúcia M. Fantinel e Estevan V. D. Santos. **Terrae Didática**, v.6, n.2, p.85-99, 2010.

GALVÃO, D.M. **Textualização do tema “Mudanças Climáticas Globais” em questões do ENEM na perspectiva das Geociências**. 2010. 153 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

GALVÃO, D.M., SILVA, H.C. Discursos produzidos pelo ENEM sobre o tema das mudanças climáticas globais na perspectiva epistemológica das Geociências. In: CASSIANI S., SILVA H. C., PIERSON A. H. C. (Orgs.) **Olhares para o ENEM na Educação Científica e Tecnológica**. Araraquara: Ed. Junqueira e Marin, 2013, p. 289-312.

GONDIM, S.M.G. Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários. **Rev. Estudos de Psicologia**, v.7, n.2, p. 299-309, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema IBGE – Cidades@**. 2014. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=317010&search=minas-gerais|uberaba>. Acesso 09. 2014.

JACOBI, P.R.; SULAIMAN, S.N.; NEPOMUCENO, T. Mudanças Climáticas Globais: a resposta da educação. **Revista Brasileira de Educação**. v. 15, n.46, p.135-148, 2011.

LEME, F. P. **Engenharia do saneamento ambiental**. Rio de Janeiro: LCT, 1982. 356 p.

LEONARD, K. Brief History of Environmental Engineering: "The World's Second Oldest Profession". In: ROGERS, J. R.; FREDRICH, A. J. (Orgs.) **International Engineering History and Heritage: Improving bridges to ASCE's 150th anniversary**. ASCE, p. 389-393, 2001.

LOUREIRO, C. F. B. **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. São Paulo: Cortez Ed, 2006.

LUCENA, A. F. P.; SCHAEFFER R.; SZKLO A. A vulnerabilidade do sistema de energia elétrica à mudança climática no Brasil. In: MARENGO J. A., SCHAEFFER R., PINTO H. S., Zee D. M.W. (Orgs.) **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. FBDS, 2009. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>. Acesso: 06. 2013.

MACKZULACK, A. **Environmental Engineering: designing a sustainable future**. New York: Facts on File, 2010. 213 p.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE C. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Orgs.) **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. Rio de Janeiro: ABC, p. 199 – 215, 2011.

MARTINS, S. R.; SCHLINDWEIN, S. L.; D'AGOSTINI, L. R.; BONATTI M.; VASCONCELOS, A. C. F.; HOFFMANN, A. F.; FANTINI, A. C. Mudanças climáticas e vulnerabilidade na agricultura: desafios para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação, **Rev. Bras. Ciênc. Ambientais**, 17, p.17-27, 2010.

MARUYAMA, S. **Aquecimento Global?** São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 128 p.

MELO, N.P. **Trabalhos de campo na semana de recepção de calouros no Instituto de Geociências/USP: institucionalização do ensino de Geociências (1972-2002)**. 188f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 94, de 12 de abril de 2006. Estabelece diretrizes e procedimentos para aplicação da compensação ambiental de empreendimentos considerados de significativo impacto ambiental. **Diário Executivo do Estado**, 25 abr. 2006. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5510>>. Acesso em jul. 2014.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa nº 133, de 15 de abril de 2009. Regulamenta a prática da queima de cana-de-açúcar para fins de colheita, e dá outras providências. **Diário Executivo do Estado**, 16 abr. 2009. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/legislacao/meio/queima_palha_cana_acucar/del_copam_133_mg.pdf>. Acesso em jul. 2014.

MINAS GERAIS. Decreto n.º 45.229, de 3 de dezembro de 2009. Institui o Registro Público Voluntário das Emissões Anuais de Gases de Efeito Estufa de Empreendimentos no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=12890>>. Acesso em: jul. 2014.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa n.º 151, de 01 de julho de 2010. Regulamenta o "Programa de Registro Público Voluntário das Emissões Anuais de Gases de Efeito Estufa do Estado de Minas Gerais". **Diário Executivo do Estado**, 09 jul. 2010. Disponível em: <

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14016>>. Acesso em: jul. 2014.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa n.º 160, de 16 de dezembro de 2010. Altera a Deliberação Normativa COPAM n.º 151, de 1.º de julho de 2010. **Diário Executivo do Estado**, 17 dez. 2010. Disponível em: <

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=15517>>. Acesso em: jul. 2014.

MINAS GERAIS. Lei Delegada n.º 180, de 20 de Janeiro de 2011. Dispõe sobre a estrutura orgânica da Administração Pública do Poder Executivo do Estado de Minas Gerais. **Diário Executivo do Estado**, 21 jan. 2011. Disponível em: <

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=16134>>. Acesso em set. 2014

MINAS GERAIS. Decreto n.º 45.825, de 20 de dezembro de 2011. Contém o Estatuto da Fundação Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <

http://www2.normaambiental.com.br/bolzan/lpext.dll/np/Infobase8/2354721/236153d/237a13f?f=templates&fn=document-frame.htm&2.0#JD_MGDecreto458252011>. Acesso em set. 2014

MINAS GERAIS. Projeto de Lei n.º 2.808 de 07 de fevereiro de 2012. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Disponível em: <

<http://ws.mp.mg.gov.br/biblio/informa/100216920.htm>>. Acesso em: jul. 2014.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. Deliberação Normativa n.º 177, de 22 de Agosto de 2012. Estabelece o Regimento Interno do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam). **Diário Executivo do Estado**, 31 ago. 2012. Disponível em: <

<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=21855>>. Acesso em set. 2014

MINAS GERAIS. Lei n.º 20.922, de 16 de outubro de 2013. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. **Diário Oficial do Estado**, 17 out. 2013. Disponível em: < <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=260734>>. Acesso em jul. 2014.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Resolução n.º 1.996, de 07 de janeiro de 2014. Dispõe sobre a criação do Grupo Multidisciplinar de Trabalho para subsidiar a elaboração do Plano de Energia e Mudanças Climáticas do Estado de Minas Gerais. **Diário Executivo do Estado**, 09 jan. 2014.

Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=31815>>. Acesso em set. 2014.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. e-MEC – **Sistema de Regulação do Ensino Superior**. 2013. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso: 06.2013.

MOLION, L.C.B. Aquecimento global: uma visão crítica. In: VEIGA, J.E. (org.).

Aquecimento global: frias contendas científicas. São Paulo: SENAC, p.55-82. 2011.

MONTEIRO, J. R. R. **Plano Nacional de Saneamento – PLANASA**: Análise de desempenho. 1993. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/planasa/planasa.pdf>. Acesso: 06. 2013.

MORAES, M. C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: VON LINSINGEN, I. et al. **Formação do Engenheiro**: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica. Florianópolis, Editora da UFSC, 1999, p. 53-66.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. **Rev. Ciência e Educação**, v.9, n.2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência e Educação**, v.12, n.1, p.171-128, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. 224p.

NOBRE, C.A. A era dos extremos. **Jornal da Unicamp**, Campinas, n.623, p. 12, 27 de abril a 10 de maio de 2015. Entrevista concedida a Carlos Orsi.

NOBRE, C.A. É difícil atribuir seca em SP ao aquecimento global. **Folha de São Paulo**, São Paulo. 26 de janeiro de 2015. Entrevista concedida a Marcelo Leite. Disponível em: < <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidiano/205564-e-dificil-atribuir-seca-em-sp-ao-aquecimento-global.shtml>>. Acesso em: jan. 2015.

NOBRE, C.A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. **Parcerias estratégicas**, n.12, p. 239 - 258, 2001.

OJIMA, R.; MARANDOLA JR, E. Indicadores e políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas: vulnerabilidade, população e urbanização. **Rev. Bras. Ciênc. Ambientais**, v.18, p.16-24, 2010.

OLIVEIRA, S.M.B. Base científica para a compreensão do aquecimento global. In: VEIGA, J.E. (Org.). **Aquecimento global: frias contendidas científicas**. São Paulo: SENAC, p.17-54, 2011.

OLIVEIRA, L.A.S. **O (re)conhecimento das geociências nos estudos do meio no ensino fundamental I**: contribuição das práticas pedagógicas para a integração curricular. 193f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

OLIVEIRA, S.M.B. A intrincada relação entre clima e vida na história da Terra. In: VEIGA, J.E. (Org.). **Gaia: de mito à ciência**. São Paulo: SENAC, p. 99-138, 2012.

OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A. 2008. Ciclos biogeoquímicos. In: BUCKERIDGE M. S. (Org.) **Biologia e mudanças climáticas no Brasil**. São Carlos: Rima. p. 29-53, 2008.

ONÇA, D.S. **“Quando o sol brilha, eles fogem para a sombra...”**: A ideologia do aquecimento global. 533f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Sumário Executivo GT1. Rio de Janeiro: PBM, 2013. 24 p.

PEREIRA, G. A.; COSTA, N.M.V.N. O estudo de caso: alternativa ou panaceia? In: BIANCHETTI, L.; MEKSENAS, P. **A trama do conhecimento**: teoria, método e escrita em ciência e pesquisa. Campinas: Papirus, p. 169-189, 2008.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. **Engenharia ambiental**. Disponível em: < <http://www.amb.puc-rio.br/profis.html>>. Acesso em: nov. 2014.

POTAPOVA, M. S. Geology as an historical science of nature. In: Interaction of sciences in the study of the Earth. Moscow: Progress Publisher. p.117–126, 1968. Tradução Conrado Paschoale. Geologia como uma ciência histórica da natureza. **Terrae Didática**, v.3, n.1, p. 86-91, 2008. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>. Acesso em: ago. 2014

RAMOS, M. B. **Na pauta das aulas de Ciências**: discussão de controvérsias científicas na televisão. 195f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

REBELO, M. A Terra muda. Os organismos mudam. Os organismos mudam a Terra. A Terra muda. In: VEIGA, J.E. (Org.). **Gaia: de mito à ciência**. São Paulo: SENAC, p.139-172, 2012.

REIBOTA, M.S. et. al. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terrae Didática**, v.8, n.1, p. 34-50, 2012.

REIS, F.A.G.V.; GIORDANO, L.C.; CERRI, L.E.S.; MEDEIROS, G.A. Contextualização dos cursos superiores de meio ambiente no Brasil: engenharia ambiental, engenharia sanitária, ecologia, tecnólogos e sequenciais. **Engenharia Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 05-34, 2005.

RIBEIRO, L.C.B; TREVISOL, A.; CARVALHO, I.S.; MACEDO NETO; F.; MARTINS, L.A.; TEIXEIRA, V.P.A. Geoparque Uberaba – Terra dos Dinossauros do Brasil (MG). In: Schobbenhaus, C.; SILVA, C. R. (Orgs.) **Geoparques do Brasil**: propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. v. 1, 748 p.

RODRIGUES, G. P. **Revisão crítica das regulamentações ambientais à luz das supostas mudanças climáticas globais**. 318f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

RUDDIMAN, W.F. **Earth's climate: past and future**. New York: W.H. Freeman and Company, 2008. 388 p.

SANTOS, V.M.N. **Educar no Ambiente. Construção do olhar geocientífico e cidadania**. São Paulo: Annablume, 2011. 173 p.

SHEPARDSON, D. et al. **Student Conceptions about global warming and climate change**. West Lafayette: Purdue University, s.d. 42 p.

SILVA, D. X.; BARCELLOS, C.; BACURI, R. **Vulnerabilidade e efeitos das mudanças climáticas na saúde pública em Manaus**. 2010. Disponível em: http://www.climasaude.iciet.fiocruz.br/docs/vulnerabilidade_manaus_relato_final2_x_edit.pdf. Acesso: 05.2013.

SMITH, R.J.; BUTLER, B.R; LEBOLD, W.K. **Engineering as a Career**. New York: McGraw Hill, 1983.

STOCKER, T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G.K. **Climate Change 2013**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [STOCKER, T.F.; QIN, D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P.M. (Eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 408 p.

SUGUIO, K.; SUZUKI, U. **A evolução geológica da Terra e a fragilidade da vida**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2010. 152p.

TONIOLO, J.C.; CARNEIRO, C.R. Processos geológicos de fixação do carbono na Terra e aquecimento global. **Terra e Didática**, v.6, n.1, p. 31-56, 2010.

TZEDAKIS, P.C.; CHANNELL, J.E.T.; HODELL, D.A.; KLEIVEN, H.F.; SKINNER, L.C. Determining the natural length of the current interglacial. **Nature Geoscience**, v. 5, p. 138-141, 2012.

UNIVERSIDADE DE UBERABA. **Graduação**: Engenharia Ambiental Noturno. 2013. Disponível em: http://uniube.br/proes/det_curso.php?cd_curso=69&cod_area=74&tipo=g. Acesso: 06. 2013.

UNIVERSIDADE DE UBERABA. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária Modalidade à Distância**. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Engenharia ambiental**. Disponível em <<http://betara.ufscar.br:8080/uab/ea/menu-esquerdo/apresentacao/historico>>. Acesso em: nov. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Engenharia ambiental**: breve histórico do curso. Disponível em: <<http://www.uftm.edu.br/paginas/curso/cod/1201/area/ENGENHARIA+AMBIENTAL/t/APRESENTACAO>>. Acesso em: nov. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Projeto Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental**. Uberaba: Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2013.

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. Introdução à Engenharia Ambiental. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 438 p.

ZACHOS, J. et al. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. **Science**, v.292, p. 686-693, 2001.

ANEXOS

ANEXO 1 - ALGUNS DADOS COMUNICADOS NO SUMÁRIO TÉCNICO DO 5º RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO IPCC, LANÇADO EM 2013.

Tabela 1.1 Resumo dos principais dados referentes à observação de mudanças no sistema climático

MUDANÇA OBSERVADA	DADO RELEVANTE
Mudanças na temperatura da superfície terrestre	- Os dados de temperatura média global de oceanos e continentes, combinados, calculados por tendência linear, mostram aquecimento de 0.85 [0.65 a 1.06] °C, durante o período de 1880–2012. Para o período de 1901–2012, o aquecimento é de aproximadamente 0.89 [0.69 a 1.08] °C, e de aproximadamente 0.72 [0.49 a 0.89] °C no período de 1951–2012, baseando-se em três conjuntos de dados produzidos independentemente. - É <i>praticamente certo</i> (<i>virtually certain</i>: 99 - 100% de probabilidade) que as temperaturas máximas e mínimas sobre os continentes aumentaram em escala global desde 1950. - Existe <i>alta confiabilidade</i> de que o aquecimento médio anual da superfície, desde o século XX, reverteu as tendências de resfriamento de longo prazo dos últimos 5.000 anos em latitudes médias a altas no Hemisfério Norte (HN). - Tendências para períodos curtos são incertas e muito suscetíveis aos anos iniciais e finais. - É certo que a temperatura média global da superfície (<i>global mean surface temperature - GMST</i>) aumentou desde o fim do século XIX. (Todos os dados se encontram na página 37. Para os próximos dados, a referência será indicada apenas pela letra “p”, seguida de “ponto final” e do número da(s) página(s) onde se encontra a informação.)
Mudanças na temperatura da Troposfera e da Estratosfera	É <i>praticamente certo</i> que, globalmente, a troposfera se aqueceu e a estratosfera se resfriou desde meados do século XX. (Dado baseado em análises independentes múltiplas de medições feitas a partir de radiossondas e sensores de satélites) (p.38)
Mudanças na temperatura dos oceanos	É <i>praticamente certo</i> que o oceano superficial (acima de 700 m) se aqueceu de 1970 a 2010, e <i>provável</i> (<i>likely</i>: 66 – 100% de probabilidade) que ele se aqueceu desde os anos 1870 a 1971. (p.38)
Mudanças no balanço energético e no teor de calor	- A Terra tem estado em <i>desequilíbrio radiativo</i>, com mais energia solar entrando do saindo do topo da atmosfera, desde, pelo menos, 1970. - É <i>praticamente certo</i> que o planeta ganhou energia substancial desde o ano de 1971 a 2010. (p. 39)
Mudanças na circulação e nos modos de variabilidade	- Existe <i>alta confiabilidade</i> de que o aumento dos ventos de oeste das médias latitudes do HN e do índice da Oscilação do Atlântico Norte (<i>North Atlantic Oscillation - NAO</i>) desde os anos 1950 aos anos 1990, e que o enfraquecimento da Célula de Walker do Pacífico desde o fim do século XIX até os anos 1990, têm sido, em grande parte, compensados pelas mudanças recentes. - Observações recentes fortaleceram as evidências de variabilidade nos principais sistemas de circulação oceânica, em escalas de tempo de anos até décadas. - É <i> muito provável</i> (<i>very likely</i>: 90 – 100% de probabilidade) que os giros subtropicais no Pacífico Norte e no Pacífico Sul se fortaleceram e se expandiram desde 1993. - Baseando-se em medições da AMOC (<i>Atlantic Meridional Overturning Circulation</i>) e seus componentes individuais, não existem evidências para tendências de longo prazo.

	(p.39 e 40)
Mudanças no ciclo da água e na criosfera	• Atmosfera. É <i> muito provável </i> que a umidade específica do ar troposférico e do ar próximo à superfície global aumentou desde os anos 1970. • Oceanos e fluxos de superfície. O contraste médio entre as regiões de alta e baixa salinidade aumentou em 0,13 [0.08 a 0.17] desde 1950 a 2008. • É <i> muito provável </i> que o contraste entre-bacias quanto ao teor de água doce aumentou: o Oceano Atlântico se tornou mais salgado e o Oceano Pacífico e os oceanos do sul se tornaram menos salinos. • Gelo marinho. Existe <i> alta confiabilidade </i> de que a extensão de gelo do mar do Ártico (anual, plurianual e perene) diminuiu durante o período de 1979 a 2012. A taxa de redução anual foi, muito provavelmente, de 3,5 a 4,1% por década (com a extensão de 0.45 a 0.51 milhões de km² por década). • É <i> muito provável </i> que a extensão anual de gelo do mar da Antártica aumentou com taxa de 1,2 a 1,8% por década (0.13 a 0.20 milhões de km² por década) entre 1979 a 2012, com <i> muito alta confiabilidade </i> (<i> very high confidence </i>). • Geleiras e camadas de gelo. Existe <i> muito alta confiabilidade </i> de que as geleiras em todo o mundo estão diminuindo persistentemente, como revelado pelas séries temporais de mudanças medidas na extensão, área volume e massa das geleiras. A perda de massa total de todas as geleiras do mundo, com exceção daquelas localizadas na periferia das camadas de gelo, foi, <i> muito provavelmente </i> de 226 [91 a 361] Gt yr⁻¹ (nível do mar equivalente: 0.62 [0.25 a 0.99] mm yr⁻¹) no período de 1971 a 2009. Existe <i> alta confiabilidade </i> de que a extensão atual das geleiras está em desequilíbrio com as condições climáticas atuais, o que indica que elas continuarão a diminuir no futuro, mesmo na ausência de posterior aumento da temperatura. • Cobertura de neve, gelo continental e frozen ground. Registros de satélite indicam que no período de 1967 a 2012, a extensão da cobertura de neve <i> muito provavelmente </i> diminuiu, com a maior mudança sendo da ordem de -53% [-40 a -66%], ocorrendo no mês de junho. Nenhum mês apresentou aumentos significantes. Para o período de 1922 a 2012 existem dados disponíveis sobre os meses de março e abril, e eles mostram, <i> muito provavelmente </i>, um declínio de 7% [4.5 a 9.5%]. A temperatura do permafrost aumentou na maioria das regiões ao redor do planeta, desde o início dos anos 1980 (<i> alta confiabilidade </i>). (p. 40, 41 e 46)
Mudanças no nível do mar	• O nível global médio do mar (<i> Global Mean Sea Level – GMSL </i>) aumentou em 0.19 [0.17 a 0.21] m, medida estimada por tendência linear para o período de 1901 a 2010, baseada em registros de marégrafos e de dados de satélites, desde 1993. É <i> muito provável </i> que a taxa média de aumento do nível do mar foi de 1.7 [1.5 a 1.9] mm yr⁻¹ entre 1901 e 2010. (p.46)
Mudanças em eventos extremos	• Atmosfera. É <i> muito provável </i> que o número de dias e noites frias diminuiu e o número de dias e noites quentes aumentou em escala global, no período de 1951 a 2010. • Oceano. É <i> provável </i> que a magnitude de eventos extremos de aumento do nível do mar aumentou desde 1970. Esse aumento pode ser explicado em grande parte pelo aumento médio no nível do mar. (p.46 e 50)
Mudanças nos níveis de Carbono e em outros ciclos biogeoquímicos	• Dióxido de carbono. Entre 1750 e 2011, estima-se que as emissões de CO₂, provenientes da queima de combustíveis fósseis e produção de cimento sejam responsáveis pela liberação de 375 [345 a 405] PgC. • Dos 555 [470 to 640] PgC liberados na atmosfera, devido às emissões pela queima de combustíveis fósseis e de uso do solo, de 1750 a 2011, 240 [230 a 250] PgC acumularam na atmosfera, conforme estimado com alta precisão a partir do aumento observado na concentração de CO₂ atmosférico. Este aumento foi da ordem de 278 [273 a 283] ppm em 1750 para 390.5 [390.4 a 390.6] ppm em

	2011. • A quantidade de CO₂ na atmosfera cresceu com taxa de 4.0 [3.8 a 4.2] PgC yr⁻¹ na primeira década do século XXI. • A distribuição do CO₂ atmosférico observado aumenta com a latitude, o que mostra claramente que o aumento é impulsionado pelas emissões antropogênicas, que ocorrem principalmente nos países industrializados situados no HN. • Baseando-se em alta concordância, é <i> muito provável </i> que o estoque oceânico global de carbono antropogênico cresceu de 1994 a 2010. Em 2011, estima-se que ele seja da ordem de 155 [125 a 185] PgC. • Estima-se, através da diferença entre reservatórios, que os ecossistemas terrestres naturais (não afetados pela mudança do uso do solo) acumularam 160 [70 a 250] PgC, no período de 1750 a 2011. • Metano. A concentração de CH₄ aumentou em um fator de 2,5 desde os tempos pré-industriais. O aumento foi de 722 [697-747] ppb em 1750, para 1803 [1799-1807] ppb em 2011. Existe <i>alta confiabilidade</i> de que o aumento de CH₄ atmosférico durante a Era Industrial é causado por atividades antropogênicas. • Oxido Nitroso. Desde os tempos pré-industriais, a concentração de N₂O atmosférico aumentou em um fator de 1.2. • Oxigênio oceânico. Alta concordância entre análises fornece <i>média confiabilidade</i> de que as concentrações de oxigênio diminuíram na termoclina em diversas regiões do oceano desde os anos 1960. • As concentrações dos gases de efeito estufa (GEE) dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) no ano de 2011 excederam a faixa de concentrações registradas em testemunhos de gelo durante os últimos 800 mil anos. • Para muitos períodos caracterizados por altas concentrações de CO₂ atmosférico, existe <i>confiabilidade média</i> de que a temperatura média global alcançou nível significativamente superior ao nível pré-industrial. (p.50 a 52)
--	--

Fonte: Sumário Técnico, 2013

Tabela 2.2 Resumo das forçantes radiativas

FORÇANTE	DADO RELEVANTE
Forçante radiativa de gases de efeito estufa	• As emissões antropogênicas têm impulsionado as mudanças nas concentrações de gases de efeito estufa (no sumário: <i>well-mixed greenhouse gas</i> – referido no texto, a partir deste ponto, como WMGHG) durante a Era Industrial. • De acordo com observações de alta qualidade, é certo que o aumento na quantidade de WMGHGs na atmosfera, resultou em aumento de sua forçante, entre 2005 a 2011. • Baseando-se nas mudanças de concentração, a forçante radiativa de todos os WMGHGs no ano de 2011 é de 2.83 [2.54 a 3.12] W m⁻² (<i>muito alta confiabilidade</i>) • Durante os últimos 15 anos, o CO₂ tem sido o principal gás a contribuir para o aumento da forçante radiativa de WMGHGs, sendo que sua forçante radiativa apresenta uma taxa de aumento médio um pouco inferior a 0.3 W m⁻² por década. • A incerteza quanto à forçante radiativa de WMGHGs é devida, em parte, pelas propriedades radiativa dos gases de efeito estufa (GEE), mas principalmente à total contabilização das transferências radiativas atmosféricas, incluindo as nuvens. • Após uma década de concentrações quase estáveis, o recente aumento na concentração de CH₄ levou ao aumento da forçante radiativa que, comparado ao AR4, foi de 2%. • Existe <i>alta confiabilidade</i> apenas para os WMGHGs. Existem evidências robustas e alta

	concordância de que a forçante natural corresponde a uma pequena fração da forçante dos WMGHGs. (p.56).
Forçante radiativa de aerossóis antropogênicos	• Aerossóis antropogênicos são responsáveis por alterações na FR através de diversos processos, sendo que eles podem ser agrupados em dois tipos: processos de interação aerossol-radiação (<i>aerosol–radiation interactions – ari</i>) e processos de interação aerossol-nuvem (<i>aerosol–cloud interactions – aci</i>). • A melhor estimativa para a <i>FR ari</i> é, com <i>alta confiabilidade</i>, de -0.35 [-0.85 a $+0.15$] W m^{-2}. • Apesar da grande incerteza sobre a forçante determinada por aerossóis, existe <i>alta confiabilidade</i> de que os aerossóis compensaram uma porção substancial da forçante de GEE. (p. 55)
Forçante radiativa de mudanças do uso do solo e de contrails	• Existem evidências robustas de que as mudanças de uso do solo antropogênicas, tais como o desmatamento, aumentaram o albedo da superfície dos continentes, o que leva a uma FR de -0.15 [-0.25 a -0.05] W m^{-2}. Existe baixa concordância quanto à mudança líquida na temperatura média global relativa à mudança de uso do solo. • As mudanças de uso do solo também causam impactos significantes nas concentrações de WMGHGs. • Os rastros deixados por aviões contribuem para uma FR positiva, estimada em 0.01 [0.005 a 0.03] W m^{-2} (com <i>média confiabilidade</i>), para o ano de 2011. (p.55)
Forçante radiativa de causas naturais	• As forçantes naturais dominantes durante a Era Industrial são as forçantes vulcânica e solar. • Observações via satélite das mudanças na irradiação solar total, desde o ano de 1978, mostraram variação cíclica quase-periódica, com o período de aproximadamente 11 anos. Forçante de longo prazo é tipicamente estimada através da comparação entre mínimos solares, durante os quais a variação é mínima, o que fornece uma mudança na FR de -0.04 [-0.08 a 0.00] W m^{-2} entre o mínimo solar mais recente (2008) e o mínimo do ano de 1986. • No tocante à atividade solar futura, existe <i>baixa confiabilidade</i>. Não obstante, existe <i>alta confiabilidade</i> de que a forçante solar será menor do que o aumento projetado na forçante devida aos WMGHGs, para o século atual. • Nenhuma associação robusta entre mudanças em raios cósmicos e nebulosidade foi identificada. • Quanto à forçante vulcânica, as emissões provenientes de erupções são, pelo menos, 100 vezes menores que aquelas provenientes de emissões antropogênicas. Elas não apresentam consequências em escalas de tempo seculares; grandes erupções de vulcões tropicais causam influências em escala anual a decadal. (p.56)

Fonte: Sumário Técnico, 2013

ANEXO 2 – LEGISLAÇÃO

2.1 Resolução n.º 218, de 29 de junho de 1973, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA

Competências das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia em nível superior e em nível médio (art. 1º):

Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;

Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;

Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

2.2. Resolução n.º 11, de 11 de março de 2002, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior

2.2.1. Núcleo de conteúdos básicos (cerca de 30% da carga horária mínima do curso) deve versar sobre os seguintes tópicos:

I - Metodologia Científica e Tecnológica;

II - Comunicação e Expressão;

III - Informática;

IV - Expressão Gráfica;

V - Matemática;

VI - Física;

VII - Fenômenos de Transporte;

VIII - Mecânica dos Sólidos;

IX - Eletricidade Aplicada;

X - Química;

XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais;

XII - Administração;

XIII - Economia;

XIV - Ciências do Ambiente;

XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

2.2.2. Os conteúdos profissionalizantes (cerca de 15% de carga horária mínima do curso), devem versar sobre um subconjunto coerente dos tópicos listados a seguir, o que deverá ser definido pela instituição de ensino:

I - Algoritmos e Estruturas de Dados;

II - Bioquímica;

III - Ciência dos Materiais;

IV - Circuitos Elétricos;

V - Circuitos Lógicos;

VI -Compiladores;

VII - Construção Civil;

VIII - Controle de Sistemas Dinâmicos;

IX - Conversão de Energia;

X - Eletromagnetismo;

XI - Eletrônica Analógica e Digital;

XII - Engenharia do Produto;

XIII - Ergonomia e Segurança do Trabalho;

XIV - Estratégia e Organização;

XV - Físico-química;

XVI - Geoprocessamento;

XVII - Geotecnia;

XVIII - Gerência de Produção;

XIX - Gestão Ambiental;

XX - Gestão Econômica;

XXI - Gestão de Tecnologia;

XXII - Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;

XXIII - Instrumentação;

XXIV - Máquinas de fluxo;

XXV - Matemática discreta;

XXVI - Materiais de Construção Civil;

XXVII - Materiais de Construção Mecânica;

XXVIII - Materiais Elétricos;

XXIX - Mecânica Aplicada;

XXX - Métodos Numéricos;

XXXI - Microbiologia;

XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios;

XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;

XXXIV - Operações Unitárias;

XXXV - Organização de computadores;

XXXVI - Paradigmas de Programação;

XXXVII - Pesquisa Operacional;

XXXVIII - Processos de Fabricação;

XXXIX - Processos Químicos e Bioquímicos;

XL - Qualidade;

XLI - Química Analítica;

XLII - Química Orgânica;

XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos;

XLIV - Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas;

XLV - Sistemas de Informação;

XLVI - Sistemas Mecânicos;

XLVII - Sistemas operacionais;

XLVIII - Sistemas Térmicos;

XLIX - Tecnologia Mecânica;

L - Telecomunicações;

LI - Termodinâmica Aplicada;

LII - Topografia e Geodésia;

LIII - Transporte e Logística.

2.3. Resolução n.º 1.010, de 22 de agosto de 2005, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (atualmente Conselho Federal de Engenharia e Agronomia)

2.3.1. Atividades, que poderão ser atribuídas de forma integral ou parcial, em seu conjunto ou separadamente, aos diplomados no âmbito das profissões inseridas no Sistema Confea/Crea, em todos os seus respectivos níveis de formação:

Atividade 01 - Gestão, supervisão, coordenação, orientação técnica;

Atividade 02 - Coleta de dados, estudo, planejamento, projeto, especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica e ambiental;

Atividade 04 - Assistência, assessoria, consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra ou serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, monitoramento, laudo, parecer técnico, auditoria, arbitragem;

Atividade 07 - Desempenho de cargo ou função técnica;

Atividade 08 - Treinamento, ensino, pesquisa, desenvolvimento, análise, experimentação, ensaio, divulgação técnica, extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração, controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra ou serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra ou serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de serviço técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 17 – Operação, manutenção de equipamento ou instalação; e

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.

2.3.2. Campos de atuação que se relacionam com disciplinas do currículo de engenharia ambiental. Mantivemos a numeração com a qual os campos são apresentados no anexo da resolução. Subsetores e tópicos estão entre parênteses. Os primeiros separados por ponto e vírgula e os tópicos são descritos junto dos subsetores, quando existirem.

1.1. Campos de atuação profissional da modalidade civil

- **1.1.3 Geotecnia**
- **1.1.6 Saneamento Básico**
- **1.1.8 Gestão Sanitária do Ambiente**
- **1.1.9 Recursos Naturais** (Sistemas, Métodos e Processos aplicados a Recursos Naturais; Aproveitamento; Proteção; Monitoramento; Manejo; Gestão; Ordenamento; Desenvolvimento; Preservação; Recuperação de Áreas Degradadas; Remediação de Solos Degradados; Remediação de Águas Contaminadas; Biorremediação de Solos Degradados; Biorremediação de Águas Contaminadas; Prevenção de Processos Erosivos; Recuperação em Processos Erosivos)
- **1.1.10 Recursos Energéticos** (Fontes de Energia relacionadas com Engenharia Ambiental; Tradicionais; Alternativas; Renováveis; Sistemas e Métodos de Conversão de Energia; Sistemas e Métodos de Conservação de Energia; Impactos Energéticos Ambientais; Eficientização Ambiental de Sistemas Energéticos Vinculados ao Campo de atuação da Engenharia Ambiental)
- **1.1.11 Gestão Ambiental** (Planejamento Ambiental em Áreas Urbanas; Planejamento Ambiental em Áreas Rurais; Prevenção de Desastres Ambientais; Administração Ambiental; Gestão Ambiental; Ordenamento Ambiental; Licenciamento Ambiental; Adequação Ambiental de Empresas no Campo de Atuação da Modalidade; Monitoramento Ambiental; Avaliação de Impactos Ambientais; Avaliação de Ações Mitigadoras; Controle de Poluição Ambiental; Instalações, equipamentos, dispositivos e componentes da Engenharia Ambiental)

1.4 Campos de atuação profissional da modalidade Química

- **1.4.5. Saneamento e Gestão Ambiental** (Saneamento Básico; Sistema de Abastecimento de Águas; Sistema de Tratamento de Águas; Tratamento de Esgotos, Águas Residuárias, Rejeitos, Resíduos Urbanos, Industriais e Rurais; Destinação Final de Esgotos, Águas Residuárias, Rejeitos, Resíduos Urbanos, Industriais e Rurais; Remediação de Solos; Saneamento Ambiental; Controle de Emissões Atmosféricas e Qualidade do Ar; Gestão Ambiental; Monitoramento Ambiental; Adequação Ambiental de Empresas; Licenciamento Ambiental; Auditoria Ambiental; Avaliação de Impactos Ambientais; Segurança no Transporte de Cargas Perigosas, Ordenamento Ambiental; Impactos Ambientais; Monitoramento no âmbito da Modalidade; Mitigação no âmbito da Modalidade; Instalações, Equipamentos, Dispositivos e Componentes da Engenharia Ambiental no âmbito da Modalidade)

1.5. Campos de atuação profissional da modalidade Minas e Geologia

- **1.5.1. Topografia, Geodésia e Cartografia**
- **1.5.2. Ciências da Terra e Meio Ambiente** (Avaliação de Impactos Ambientais; Gestão Ambiental; Recuperação Ambiental do Meio Físico; Planejamento e Implantação de Aterros de Resíduos Sólidos; Controle da Poluição Ambiental do Meio Físico; Licenciamento Ambiental)
- **1.5.4. Geologia de Engenharia e Geotecnia**
- **1.5.6 Hidrogeologia e Hidrotecnia** (Hidrologia; Hidráulica; Aproveitamento das águas; Análise de Risco; Outorga de Recursos Hídricos)

1.6. Campos de atuação profissional da modalidade Agrimensura e Geografia

1.6.1 Topografia

1.6.4 Sensoriamento Remoto

1.6.7 Geociências e Meio Ambiente (Ecologia; Climatologia; Levantamento e Análises Pluviométricas; Sistemas e Métodos aplicados a Ecossistemas e Recursos Naturais Renováveis: Aproveitamento Racional, Avaliação, Gestão, Manejo, Manutenção, Mitigação, Monitoramento, Preservação, Proteção, Recuperação, Ordenamento, Desenvolvimento, Diagnóstico, Zoneamento e Manejo de Bacias Hidrográficas; Identificação, Análise e Monitoramento de Processos Erosivos; Sistemas e Métodos aplicados a Áreas e Meios Degradados: Avaliação, Mitigação, Monitoramento, Recuperação e Revalorização; Estudo e Avaliação dos Impactos Ambientais: Identificação e Potencialização de Impactos Ambientais, Identificação de Fontes Poluidoras, Controle de Poluição Ambiental, Proteção e Equilíbrio do Meio Ambiente, Levantamento de Estágios de Vegetação; Caracterização da Paisagem: Ecológica, Etológica, Ações de Preservação da Paisagem, Licenciamento Ambiental, Utilização Racional dos Recursos Disponíveis; Desenvolvimento Sustentável: Planejamento, Gestão e Manejo de Unidades de Conservação)

2.1 Campos de atuação profissional da Arquitetura e Urbanismo

- **2.1.3.1. Planejamento Urbano e Regional** (Gestão Territorial e Ambiental; Planejamento Urbano)
- **2.1.3.2 Meio Ambiente** (Ações de Preservação da Paisagem; Estudo e Avaliação de Impactos Ambientais; Licenciamento Ambiental; Utilização Racional dos Recursos Disponíveis; Desenvolvimento Sustentável)

3.1 Campos de atuação profissional da Agronomia

- **3.1.1.4 Meio ambiente**
- **3.1.2.3. Modelagem Atmosférica e Climatologia**
- **3.1.2.5 Meio Ambiente** (Interrelação entre Atmosfera e Ambiente: Meteorologia Ambiental, Diagnóstico de Dispersão de Poluentes Atmosféricos)

4. Categorias Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Agronomia

- **4.1. Engenharia de Segurança do Trabalho**

2.4. Deliberação n.º 373/2013, da Comissão de Educação e Atribuição Profissional (CEAP) do Confea, de 05 de julho de 2013

2.4.1. Campos de atuação que se relacionam com disciplinas do currículo de engenharia ambiental. Mantivemos a numeração com a qual os campos são apresentados no anexo da resolução. Subsetores e tópicos estão entre parênteses. Os primeiros separados por ponto e vírgula e os tópicos são descritos junto dos subsetores, quando existirem.

- **1.08 Obras hidráulicas e recursos hídricos** (Recursos Hídricos)
- **1.09 Saneamento ambiental** (Água: Tratamento, Sistemas de Abastecimento de Água; Esgoto e Águas Residuárias: Tratamento, Destinação, Sistemas de Tratamento de Efluentes Líquidos; Rejeitos e Resíduos Sólidos: Coleta e Transporte, Tratamento, Destinação, Aterros Sanitários; Controle de Vetores)
- **1.10 Engenharia ambiental** (já descritos no Capítulo 4)
- **1.13 Planejamento urbano, metropolitano e regional** (Gestão Territorial e Ambiental, Planejamento Regional: Planos de Bacias Hidrográficas)

- **1.29 Ciências da terra e meio ambiente** (Meio ambiente: Impactos ambientais relacionados às geociências, Recuperação de impactos ambientais relacionados à Geologia e Engenharia de Minas)
- **1.37 Desenvolvimento e lavra de substâncias minerais** (Meio Ambiente e Fechamento da Mina: Monitoramento e controle de estéreis e rejeitos de mineração, Plano de recuperação de áreas degradadas pela mineração, Plano de fechamento da mina)
- **1.40 Topografia** (Levantamentos topográficos básicos: Planimétrico, Altimétrico, Planialtimétricos)
- **1.41 Geodésia** (Georreferenciamento)
- **1.46 Geociências e meio ambiente** (Geografia física: Caracterização de bacias hidrográficas)
- **1.47 Geociências aplicadas, para fins agropecuários, florestais, agrícolas e pesqueiros** (Cadastro Técnico de Imóveis Rurais)
- **1.48 Engenharia para fins agropecuários, florestais, agrícolas e pesqueiros** (Uso, Manejo e Conservação de Solos; Manejo de Bacias Hidrográficas; Hidrologia)
- **1.49 Paisagismo e meio ambiente** (Biodiversidade: Caracterização do ambiente; Saneamento referente ao campo de atuação agrossilvipastoril: Aproveitamento de resíduos de origem agrossilvipastoril)
- **1.52 Climatologia** (Efeitos climáticos nos recursos naturais; Previsão de impactos da variabilidade climática)
- **1.54 Modelagem atmosférica** (Tempo e clima: Análises de séries temporais)
- **1.55 Meteorologia e Meio Ambiente** (Interrelação entre Atmosfera e Ambiente: Meteorologia Ambiental, Diagnóstico de Dispersão de Poluentes Atmosféricos; Sistemas e Métodos Relativos a Impactos Ambientais: Prognóstico, Diagnóstico, Monitoramento, Mitigação e Avaliação; Características Climatológicas de Poluentes Atmosféricos)

Setores da tabela “Engenharia de Segurança do Trabalho (subsetores e tópicos não citados):
Prevenção e controle de riscos; Ergonomia; Sistemas de proteção contra incêndios e
catástrofes; Higiene do trabalho; Gestão da segurança do trabalho; Proteção ao meio
ambiente.

ANEXO 3 – DISCIPLINAS ESCOLHIDAS E SUAS EMENTAS

Em negrito, destacamos os tópicos que indicaram que o tema poderia ser abordado na disciplina, subsidiando a escolha.

Disciplinas selecionadas na Factus

Disciplinas	Ementa
Ecologia	O que é Ecologia. Origem da ecologia. Bases da ecologia. Ecologia e teorias da origem da vida. Ecologia de populações. Competição e equilíbrio. O indivíduo no seu habitat. Faixas de tolerância e optimalidade. Variabilidade ambiental. Distribuição: estratégias r-k. Interações e modelos. Recursos. Condições. Estabilidade ecológica com multiespécies. Caos ecológico. Ecologia quantitativa de comunidade. Características de comunidades. Superorganismos ou peneira. Espécies Keystone. Riqueza e diversidade de espécies. Fluxo de energia. Níveis tróficos. Cadeia alimentar de detritos e loop microbiano. Ecologia de ecossistemas. Análise de ecossistemas. Teoria de comunidade. Leis ecológicas e princípios. Diagramas de fluxo de energia. Ciclagem da matéria. Ciclos biogeoquímicos . Produção primária e secundária. Ecologia teórica matemática. Ecologia e ambiente. Ecologia humana. Ecologia e as ciências biológicas. Ecologia e sociedade. Ecologia e a engenharia. Hipótese de Gaia. Impactos ambientais. Desenvolvimento sustentável .
Geologia para Engenharia	Noções de geologia histórica. Gênese e classificação das espécies minerais. Rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares. Produtos do intemperismo. Mineralogia da fração argila. Propriedades de superfície dos colóides do solo. Fatores que atuam sobre a formação do solo. Material de origem, clima , relevo, organismos e tempo .
Hidrologia e Climatologia	Ciclo hidrológico. Bacia hidrográfica. Infiltração. Escoamento superficial e subterrâneo. Transporte de sedimentos. Aquisição e processamento de dados. Vazão máxima e hidrograma de projeto. Controle de enchentes. Reservatório de regularização e armazenamento. Meio ambiente e os recursos hídricos.
Recursos Naturais	Recursos renováveis e não renováveis. Caracterização e aproveitamento dos recursos naturais. As formas de energia. Jazidas carboníferas, petrolíferas e fontes hídricas. O esgotamento dos recursos naturais e a política mundial de energia, solos e vegetação, com recursos: sua conservação o mar como fonte de recursos em alimentação, em energia e matérias-primas.

Poluição Atmosférica	O recurso ar, a atmosfera, poluentes e origem. Efeitos, padrões de qualidade do ar, prevenção controle e monitoramento. O som e ruídos. Equipamentos e unidade de medida. Efeitos no aparelho auditivo humano e na natureza. Normas, leis, resoluções. Controle e monitoramento. Transporte e dispersão de poluentes atmosféricos.
Geoquímica ambiental	Introdução ao estudo da Geoquímica Ambiental. Água e Meio Ambiente. A atmosfera e sua Contaminação. Substâncias Tóxicas. Gerenciamento de Resíduos e Solos.

Disciplinas selecionadas na Uniube

Disciplina	Ementa
Sistemas e métodos em solos e geotecnia I	Conceitos e princípios básicos de Geologia e Geomorfologia aplicados à Engenharia Ambiental. Os elementos geológicos como fonte de recursos naturais. O homem, a Geologia e os recursos naturais. A Geologia e o desafio da sustentabilidade socioambiental. Teoria das dinâmicas interna e externa da Terra, aspectos básicos de Geologia Histórica. Formas de relevo e formação de montanhas e ilhas. Os Três grandes grupos de rochas. A litosfera e sua composição mineralógica. Elementos de Hidrogeologia. Teoria da Tectônica de placas. Os trabalhos de campo e de laboratório como instrumentos de sedimentação prática dos conhecimentos do Engenheiro Ambiental.
Ecologia de ecossistemas	Estudo dos conceitos fundamentais de Ecologia, suas finalidades e relações interdisciplinares. Análise da estrutura e funcionamento e características dos ecossistemas. A crise ambiental. Caracterização dos fatores ecológicos, fundamentos de Biologia da Conservação: espécies invasoras, sucessão ecológica, bioindicadores e ameaças à biodiversidade. Introdução ao estudo da conservação e restauração de sistemas ecológicos naturais. Noções sobre Avaliação Ambiental Rápida - AAR.
Climatologia	Estudo de fundamentos de Meteorologia. Caracterização do tempo e clima. Conceituação de Radiação, calor, temperatura e pressão atmosférica. Umidade relativa do a, precipitação e ventos. Circulação planetária. Estudo das frentes e massas de ar. Análise e previsão do tempo. Meteorologia da poluição do ar. Climas e características globais. Mudanças climáticas e aquecimento global. Efeito estufa. Causas de variação de climas. Climatologia do Brasil.
Controle da poluição ambiental I (Ecotoxicologia)	Estudo dos processos químicos naturais que acontecem na atmosfera , na água e no solo. Alterações dos processos naturais provocadas por poluentes. Plumas de contaminantes. Substâncias tóxicas. Metais, agrotóxicos e elementos radioativos. Gerenciamento de resíduos. Estudo de tecnologias para atenuação do efeito dos poluentes.

)

Controle da poluição ambiental III (Poluição Sonora e Atmosférica)	Estudo da natureza da poluição sonora e atmosférica . Conhecimento da legislação e técnicas de mitigação desses problemas. Definições e conceitos; métodos de avaliação; controle da poluição sonora e atmosférica; fontes de ruídos; efeitos de ruídos; acústica; efeito estufa e inversão térmica; queimadas, emissões atmosféricas veiculares e industrial ; ambientes internos de residências e áreas de trabalho. Avaliações da qualidade do ar. Os principais poluentes atmosféricos e fontes geradoras e as mudanças climáticas . Impactos dos poluentes atmosféricos. Modelos de dispersão de poluentes na atmosfera. Controle de geração de poluentes atmosféricos.
Saúde pública e educação ambiental	Caracterização da saúde individual e coletiva. Estudo do ambiente, saúde humana e saúde pública. Ecologia das doenças e epidemiologia. Caracterização das doenças transmissíveis e seu controle. Desenvolvimento humano, educação ambiental e qualidade de vida. A questão ambiental e as conferências mundiais de meio ambiente . Meio Ambiente e representação social. Percepção da realidade ambiental. Experiências, projetos, reflexões e práticas de Educação Ambiental. Estratégias, práticas interdisciplinares, metodologias e as vertentes da Educação Ambiental
Controle da poluição ambiental IV (Monitoramento ambiental)	O monitoramento como ferramenta de avaliação da qualidade ambiental. Características e dinâmica de ecossistemas. Monitoramento de solos e substratos. Monitoramento de recursos hídricos. Monitoramento da atmosfera . Estratégias de monitoramento ambiental. Legislação brasileira e o monitoramento ambiental. Qualidade ambiental de solos. Análise do ciclo de vida de produtos e processos. Projeto Integrado de Monitoramento Ambiental.
Preservação, conservação e recuperação de recursos naturais IV	Classificação e análise dos sistemas hidrográficos para fins de administração ambiental. A Unidade Territorial Geográfica. Estudo da paisagem. Análise das fases do processo de Gestão Ambiental Integrada: Diagnóstico, Planejamento e Gerenciamento. Fundamentos da gestão de recursos hídricos. Uso de águas. Características dos recursos hídricos. Políticas de recursos hídricos. Legislação para uso dos recursos hídricos. Outorga de direito e cobrança pelo uso da água. Funcionamento e organizações de comitês. Sistema de fiscalização. Gestão de Conflito. Bacias Hidrográficas e Matriz Energética Renovável. Energia renovável para o desenvolvimento sustentável. Sistemas energéticos de pequeno porte. Consumo de energia nos sistemas produtivos. Recursos Energéticos Alternativos. Gestão de Recursos Bioenergéticos. Mercado de crédito de carbono. Matriz energética. Impactos econômicos e socioambientais .

Disciplinas selecionadas na UFTM

Disciplina	Ementa
Geologia geral II	Intemperismo e formação do solo; processos oceânicos e a fisiografia dos fundos marinhos; rios e processos aluviais, recursos hídricos, recursos minerais e depósitos minerais brasileiros, tempo geológico , o meio ambiente e o homem, noções de geomorfologia, mapas topográficos e geológicos.
Climatologia	Balanco de energia e distribuição das temperaturas no planeta: a radiação solar que chega ao topo da atmosfera; o papel da atmosfera no balanço de energia; a energia incidente à superfície; as estações do ano e o papel da continentalidade e da maritimidade na distribuição de energia; distribuição das temperaturas superficiais e os gradientes térmicos verticais. Dinâmica e os sistemas atmosféricos: a umidade do ar; pressão atmosférica e ventos; as grandes células de circulação global, a distribuição das precipitações e os climas zonais; massas de ar, frentes e sistemas associados. As feições da topografia e a ocupação do solo: as escalas do clima; o uso do solo e as consequências da variabilidade climática. O clima no planejamento urbano e rural: os canais de percepção do clima urbano; o clima em áreas rurais e o planejamento agrícola. Sistemas de classificações: evolução dos conhecimentos e mudanças na concepção de clima; as classificações descritivas e separatistas; as classificações analíticas e sintéticas.
Química analítica aplicada à engenharia ambiental	Conteúdos básicos de energia e equilíbrio químico para o entendimento dos fundamentos dos ciclos biogeoquímicos e das transformações nos meios aquático, terrestre e atmosférico . Reações ácido-base, de oxidação, de precipitação e de complexação nos sistemas naturais. Amostragem e análises químicas aplicadas a amostras ambientais. Tratamento de dados ambientais.
Química ambiental	Energia e ciclos biogeoquímicos. Poluição da água, do ar e do solo. Características, usos e contaminação da água. Características e contaminação atmosférica . Características e contaminação da litosfera. Monitoramento ambiental. Tecnologias para atenuação do efeito dos poluentes . Legislação ambiental.
Hidrologia ambiental II	Introdução ao controle da drenagem urbana. Introdução ao estudo de água subterrânea. Balanco hídrico . Importância dos recursos hídricos. Caracterização ambiental e sua aplicação em uma bacia hidrográfica. O rio em regime natural. Usos da água demandados para o interesse humano. Impactos ambientais dos usos da água. Gestão dos recursos hídricos. Práticas de manejo de bacias hidrográficas.
Legislação, direito ambiental e ética	A relação homem-natureza . Agrupamentos humanos, desenvolvimento socioeconômico e a predominância de valores: a evolução dos conceitos ambientalistas. História e cultura afro-brasileira e indígena: matrizes africanas e indígenas na cultura brasileira. Histórico jurídico-ambiental. Proteção do ambiente na Constituição Federal. Princípios do Direito Ambiental. Competências ambientais. Atuação do Poder Público. Mecanismos processuais. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente. Lei da Política Nacional dos Recursos Hídricos. Código Florestal. Proteção à fauna. Proteção aos recursos minerais. Política agrícola. Lei dos agrotóxicos. Saúde, alimentação e qualidade

profissional	de vida. Responsabilidade ambiental. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Educação ambiental. Lei de Crimes Ambientais. Espaços ambientalmente protegidos. Papel do cidadão e das organizações não governamentais. Mecanismos de defesa jurídico-ambiental. Decisões judiciais. Mercado e ambiente. Papel do engenheiro ambiental. A ética profissional: noções fundamentais. A interface da ética com questões ambientais.
Geologia ambiental	Fundamentos de geologia ambiental, Riscos geológicos. Geologia Médica, Fundamentos de Geofísica. Introdução à Geoquímica. Recursos minerais e meio ambiente. Mudanças climáticas globais. Uso e ocupação do solo.
Modelagem matemática de sistemas ambientais II	Introdução à modelagem matemática da qualidade da água. Modelos matemáticos aplicados à qualidade da água. Balanço de massa para um lago bem misturado. Soluções particulares. Equação da advecção-difusão e sua aplicação em sistemas ambientais. Modelagem matemática de reatores não misturados. Dispersão longitudinal. Ensaios com traçadores. Modelos computacionais utilizados para a simulação de sistemas ambientais. Otimização. Aplicações práticas da modelagem matemática em sistemas ambientais.
Tratamento e controle da poluição do ar	Poluição do ar: fontes de emissão, poluentes atmosféricos, padrões de qualidade do ar, legislação básica, fatores de emissão, controle da poluição do ar. Dispersão de poluentes atmosféricos. Amostragem. Ventilação global diluidora (natural e forçada). Ventilação local exaustora. Medidores de vazão. Projeto de tubulação. Eficiência de coleta. Fundamentos do controle de material particulado e gases poluentes. Câmaras gravitacionais. Ciclones. Precipitadores eletrostáticos. Filtros de manga. Lavadores. Absorvedores. Adsorvedores.

ANEXO 4 – ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES

4.1 Professor 1 (P1) – Facthus

K: Bom, (professor*), então vamos começar. Como foram as discussões sobre mudanças climáticas na disciplina de Climatologia?

P1: O que eu abordei muito lá, aquilo que o Molion anda abordando. Acredito muito na pesquisa dele, comparado com o que o pessoal tem falado de aquecimento global, então eu procurei mostrar muito para eles sobre aquele critério que ele adota da era glacial, de 40 em 40 anos. Eu foquei bastante isso porque os demais professores nas outras disciplinas eu sei que eles focam sequestro de carbono, aquecimento; falam só disso, eu quis mostrar uma outra vertente, não é, para que eles pudessem correlacionar e chegar a um denominador comum, tirar as próprias conclusões. Então eu foquei mais essa questão de era glacial mesmo.

K: E quais foram os recursos didáticos utilizados para abordar o tema na disciplina?

P1: Em termos de...?

K: É, qual foi a metodologia utilizada, quais foram os recursos utilizados nas aulas, os materiais de apoio...

P1: Eu segui muito uma literatura que correlaciona solo, clima, atmosfera e planta ao mesmo tempo, envolvendo todos esses fatores. Porque eu mostrei uma outra vertente também que é a questão do desenvolvimento de qualquer planta, independente de qual seja ela. Ela precisa se adaptar ao tipo de solo e ao tipo de clima, e aí a gente vê as questões climáticas, umidade de ar, umidade relativa, temperatura, índice pluviométrico, voltado para planta. Mas eu procurei intercalar isso também com essas outras situações, que é a questão de solo, não só atmosfera. Aí, além desse livro, a gente... eu trouxe muitos dados históricos para eles também, e nós focamos basicamente em cálculo desses parâmetros simples da climatologia, que é o que está dentro do contexto do plano de ensino.

K: Aham.... Qual é a forma de avaliação dos alunos? Como que eles eram avaliados?

P1: Prova descritiva e apresentação de seminário.

K: Aham. Teve algum seminário que abordou, que abordasse o tema de mudanças climáticas?

P1: Teve sim, aham. Assim, no geral, na verdade o que que eles apresentaram para a gente dentro desse seminário, cada um ficou dentro de um parâmetro climático, um para falar sobre variação de temperatura, outro sobre índice pluviométrico, então cada grupo pegou um tema específico dentro da climatologia. E, em cima disso, dentro desses tópicos, a gente ia discutindo essas mudanças, ocorrem, de quanto em quanto tempo, de 5 em 5 anos o que que acontece com temperatura, o que que acontece com chuva, ou de 10 em 10 anos, foi mais dentro desse contexto.

K: Certo... e como você considera ou avalia a percepção dos alunos sobre mudanças climáticas?

P1: Eu vejo assim que eles não... a gente trabalha em cima de histórico, e eu percebi que eles não conseguem captar muito a informação não, é meio que, tipo assim, “Ah, o que vai acontecer não tem como a gente prever”, entende; então eu percebi que eles são meio que dispersos e não acreditam tanto, baseado nesse histórico, que isso possa voltar a repetir. Eu tive um pouco esse...

K: Eles não acreditam?

P1: Não, não. São poucos, é uma porcentagem de cada dez alunos, se dois acreditar eu acho que é muito.

K: Aham... e você incentivava atividades de pesquisa e de investigação sobre esse tema?

P1: Incentivava. Inclusive nós, eu fiz um levantamento de... peguei diferentes microclimas, tipo, uma mata dentro da cidade, uma área bastante pavimentada, o entorno da cidade; nós colocamos termohidrômetros, para medir bulbo úmido e bulbo seco, nós acompanhamos ao longo de um ano, nas quatro estações, o que acontece com a umidade relativa do ar. Então, percebe que o inverno a umidade é bem inferior ao verão, e assim por diante; então deu para a gente ver as diferenças que acontecem. A minha ideia era até de dar sequência nisso, só que eu abandonei a disciplina. O que eu queria dar sequência, pegar cidades arborizadas e cidades não arborizadas, acompanhar a umidade relativa do ar e correlacionar com a parte de saúde, qual é a incidência de doença pulmonar ou não, na cidade mais arborizada em relação à menos arborizada, porque nós percebemos que a arborização ela aumenta a umidade relativa do ar também.

K: É, muito legal esse projeto.

P1: Foi um início, assim, teria que ter dado uma sequência, sabe. Nós coletamos dado durante um ano.

K: E você tentou fazer isso lá na Factus?

P1: Foi, foi, mas...

K: Ah, mas dá uma iniciação científica aqui na Uniube...

P1: É, é, foi assim, eu com um aluno, sabe, só tomamos a iniciativa, compramos equipamentos, e tudo mais...

K: É, aí se tem um aluno lá, já fica mais complicado, teria que ser lá...

K: E esse tema é colocado, você colocava esse tema como um objeto de futura atuação profissional dos alunos, um tema que eles poderiam trabalhar no futuro?

P1: Sim, aham, com certeza. O que a gente está vivenciando hoje dentro de São Paulo, talvez se tivesse acompanhando índices pluviométricos históricos daria para identificar que a gente

teria uma escassez de chuva nesse período, teria tomado medidas antes de chegar na situação que está, não é. Então eu acho que é possível ele conseguir chegar nessa situação.

K: Lá na Factus já foram realizadas atividades interdisciplinares sobre esse tema?

P1: Não, que eu tenha conhecimento não.

K: Aham. E projeto de iniciação científica ou de extensão que abordasse o tema? Por você, ou por outro professor.

P1: Teve esse único, é, que eu tenha conhecimento. Pelos outros eu não tenho conhecimento se existe ou se não existe, eu deixei de acompanhar.

K: Aham... e para finalizar, como você entende as mudanças climáticas?

P1: Eu acho que é ciclo mesmo. Então, todos os parâmetros climáticos, eu acho que ao longo do tempo acontece alguns ciclos que já estão mais ou menos previstos, com todo o histórico que a gente tem; conhecemos muito pouco ainda, mas eu acredito bastante nesses ciclos, eu acho que o caminho é esse; então, ora está tendo um comportamento, ora outro, e o período que a gente passa aqui para observar esses ciclos é muito pequeno, em função da memória curta também, a gente não lembra o que acontecia 15 anos atrás.

K: É, é verdade. Bom, (professor*), é isso. Você tem mais algum comentário para fazer, alguma coisa...

P1: É, eu acho que não. Só se tiver necessidade de...

K: Aham... certo, então muito obrigada pela entrevista.

4.2 Professor 2 (P2) – Uniube

K: (professor*), para começar eu queria que você me falasse, assim, brevemente sobre o objetivo da disciplina de climatologia.

P2: Bom, o objetivo da disciplina pra nós, na parte de climatologia ambiental, é passar pros alunos noções sobre o que é o sistema climático global; eles precisam saber o que é a atmosfera terrestre; precisam saber todos os fenômenos dentro do ciclo hidrológico que estão relacionados com a climatologia: evaporação, transpiração, interceptação radicular, percolação, tudo que tem a ver com climatologia a gente trabalha nisso, só que sempre na escala de bacia hidrográfica e micro bacia hidrográfica, então é um estudo diferente quando a gente vai falar na engenharia ambiental, quando a gente dá aula, que eu dou aula também disso pra agronomia. Então tem que ser muito mais voltado para resolver problemas do dia a dia do engenheiro ambiental, e, a climatologia está envolvida em tudo não é... na verdade, todo e qualquer projeto dentro da engenharia ambiental tem que contemplar a climatologia; a

climatologia tem que estar dentro de tudo, principalmente as entradas, que são precipitação e a irrigação, e as saídas, né, o aluno tem que saber quantificar isso.

K: Entendi... Certo, e como foram as discussões sobre o tema de mudanças climáticas na disciplina?

P2: Então, esse é um dos assuntos que a gente sempre fala, faz, no começo da disciplina e divide a turma em grupos; então a gente... primeiro, eu passo as duas abordagens, a abordagem dos céticos e a abordagem dos partidários do IPCC; a gente faz uma parte teórica disso, aí cada grupo, porque a gente divide a classe em grupos, tem estudar alguns artigos científicos relacionados ao tema, e eu sempre divido, independente se ela acredita nos, se essa turma acredita nos céticos ou não, ou acredita nos partidários do IPCC ou não, a gente divide e tem que defender esse artigo científico perante esse argumento e confrontar com a outra turma. Então, são quatro grupos de um assunto e quatro grupos do outro. Então, o interessante é que mesmo ele não acreditando ele tem que defender aquele tema.

K: Sim, eu lembro na minha época, que eu fiquei na parte dos céticos, dos cientistas céticos, e... só que eu não tinha muito conhecimento, não tinha lido muito sobre isso, e eu cheguei, assim: “ah, você tá em tal grupo”, e eu tinha estudado... o que me salvou foi um artigo do Molion no Minas faz Ciência, que eu tinha lido...

P2: É, ele é o que mais...dentro do Brasil ele é um dos maiores partidários, que mais estuda isso. Então é assunto que eu coloco sempre no início da disciplina porque daí isso é um assunto que dá muito debate e traz o pessoal para a disciplina, porque muita gente não gosta de climatologia, acha que é cálculo, evapotranspiração, balanço hídrico, e não gosta. Então esse é um assunto inicial que a gente traz, tenta trazer os alunos para estudar de uma forma mais gostosa esse assunto na climatologia.

K: Aham, tá... Além do debate, quais foram os outros recursos didáticos que você utilizou para abordar o tema de mudanças climáticas, especificamente?

P2: Discussão de filmes, a gente coloca, pelo pouco tempo que a gente tem de aula, só vinte semanas, não dá pra colocar um filme em uma aula que eu perco uma aula, então eu sugiro que todos assistam um documentário, que é aquele documentário do Al Gore sobre aquecimento global que é o “Uma verdade inconveniente”, que é muito ligado a uma rede de, do conhecimento dos partidários do IPCC; e depois de o pessoal assistir esse filme em casa, a gente faz a discussão do que está certo, o que está errado, com relação a esse filme. Então, eu tento colocar a parte científica nisso e tirar os “achismos da vida”, os “Globo Ecologia da vida”. Então essa é a ideia. E a outra coisa é, a gente divide a turma em grupos, cada grupo, além daquele do debate do aquecimento global, mudanças climáticas, a gente tem os grupos específicos dentro de cada tema da climatologia e sempre o primeiro que é escolhido é mudanças climáticas. Então tem mudanças climáticas, o grupo de evapotranspiração, o grupo de radiação solar, então sempre tem esse de mudanças climáticas. E, esse grupo tem, durante dois momentos do curso, da disciplina, que apresentar um artigo científico relacionado ao tema, e todos esses, os artigos apresentados, não só o de mudanças climáticas, mas de todos os outros, são motivo de prova, tudo isso cai na prova. Então é interessante trazer para dentro de sala de aula um conhecimento de alto nível sobre artigo científico, não ficar só em

magazines e internet. Essa é a ideia de trazer o conhecimento científico para dentro da disciplina.

K: Aham... E qual é a forma pela qual os alunos são avaliados, além dos debates, dos seminários?

P2: É, tem nota do debate, tem nota do seminário final. Então, o seminário final é igual um artigo científico que cada um de nós, você sabe, você fez aqui, tem que apresentar um TCC, TCC em forma de artigo científico, só que é individual. Para isso é por grupo, então o grupo tem que apresentar um artigo de revisão bibliográfica, em formato de artigo, e apresentar isso. Então, metade do ponto pela apresentação e metade do ponto pela parte escrita. Costumo fazer três avaliações, que no máximo dá 60% na nota, e os outros 40% eu dou em trabalhos, discussões, fóruns, debates e apresentação dos artigos científicos, tanto parciais, que tem durante o semestre duas apresentações, e o trabalho final que daí é no final.

K: Aham, certo. E assim, sobre o tema de mudanças climáticas como você avalia a percepção dos alunos? Avalia ou considera...

P2: É, eu avalio o seguinte, que eles têm falta, para os nossos alunos, principalmente da engenharia ambiental, leitura... leitura principalmente de artigos científicos. Uma coisa é você ler o que saiu na Folha. É importante o que saiu na Folha? É, só que é muito sensacionalismo, assistir o Fantástico... depois eles trazem isso para dentro de sala de aula, mas muito do que está ali não tem comprovação científica. A imagem que eu tento passar para eles, a mensagem desse assunto de mudanças climáticas é que eles não podem ficar baseados em informações que não são comprovadas cientificamente, então eles têm que ir em fontes mais seguras de informação. E já tem muita coisa publicada nisso.

K: É, tem... Durante as aulas de climatologia, esse tema é colocado como um objeto de atuação futura pros engenheiros ambientais?

P2: Sim, eu falo sempre para eles que é um assunto que caiu um pouco de moda agora, porque nos últimos relatórios do IPCC foi mostrado que não aumentou tanto a temperatura como se esperava, então já tem um impacto um pouco menor. Mas, sempre que tem um edital envolvendo mudanças climáticas é o que tem mais dinheiro, é o que tem mais gente envolvida. Para os céticos não sai nada. Esse assunto é um assunto que gera muito recurso de pesquisa, futuros empregos; o tanto de gente no mundo que mexe com mudanças climáticas é um negócio gigante, e não deixa de ser uma forma, uma chance boa, pro engenheiro ambiental trabalhar nessa área de climatologia, embora muito poucos vão pra essa área.

K: Aham. Bom, essa pergunta aqui eu acho que você já respondeu, que é sobre as atividades de pesquisa e de investigação científica sobre o tema, se elas são incentivadas.

P2: Sim, são incentivadas não em termos de pesquisa de iniciação científica, um ou outro projeto a gente tem dentro da engenharia ambiental, mais voltados para evapotranspiração. Mudanças climáticas para fazer iniciação científica é mais complicado porque tem um ano,

dois anos, não é. Mas, e uma coisa que eu vejo muita resistência da academia é que existem grupos formados de pesquisadores que mexem com mudança climática que fecham muito os editais. A gente tentou fazer um projeto agora no último, do CNPQ, só de mudanças climáticas, e a gente não conseguiu entrar nele porque o grupo que trabalha com isso do CNPq é muito fechado e não deixa entrar ninguém de fora. Esse desafio também é difícil, é complicado de vencer.

K: É, complicado... Aqui na universidade já foram realizadas atividades interdisciplinares com esse tema?

P2: Com o tema de mudança climática? (K: É) Sim. Envolvendo principalmente os cursos de licenciatura. Então, na engenharia a gente não fez isso ainda, mas licenciatura, que envolve biologia, envolve geografia e ciências mais exatas como a matemática, a gente conseguiu fazer debates com relação a isso. Na engenharia ainda não.

K: Aham. Existe algum projeto de iniciação científica, ou de extensão... ou outro tipo de atividade complementar que aborde esse tema? Acho que também você já respondeu...

P2: Não específico de mudança climática, mas de climatologia tem vários.

K: Aham. Agora, a última pergunta. Como que você entende as mudanças climáticas?

P2: Então, eu entendo o seguinte... que esse debate é super importante para, tanto para os professores se atualizarem quanto para os alunos, e é uma forma de colocar isso na cabeça dos nossos alunos, e também da sociedade em geral, a importância que tem que ser dada para esse assunto. A sociedade tem que ver que embora alguns acreditem que o homem não é o causador dessas mudanças, mas só de o pessoal se preocupar com relação a isso, já é uma forma interessante de mudar o raciocínio, o pensamento das pessoas. O exemplo que eu sempre dou é o da minha filha, que tem cinco anos. Ela já está trabalhando com mudanças climáticas na escolinha dela. Não sei de que forma está sendo passado, mas ela já tem a preocupação de usar os recursos naturais de uma forma mais racional. Se tem uma luz acesa, ela fala para apagar, o lixo tem que ser jogado no lugar que tem que ser jogado o lixo; então, essa preocupação ambiental, que envolve mudança climática, já está sendo muito mais colocada na cabeça das pessoas, as vezes de uma forma de uma lavagem cerebral, errado. Mas a gente tem que ver a forma positiva, que o pessoal já está discutindo isso mais, muito mais do que antes. Se a gente pensar em 20 anos atrás, ninguém pensava nesse assunto. Agora você fala em mudança climática todo mundo já tem uma posição para falar sobre isso. Essa é a grande mensagem que eu passo para os alunos.

K: Certo. É isso.

4.3 Professora 3 (P3) – UFTM

K: Bom, (professora*). Então, para começar, eu queria que você me falasse brevemente sobre o objetivo da disciplina de Climatologia.

P3: A Climatologia, na universidade, ela tem o objetivo de, além de explicar alguns conceitos básicos de movimentações de massas de ar, de meteorologia também, porque na ementa do programa tem a parte de meteorologia, eles poderem fazer uma análise crítica também das coisas atuais; por exemplo, questão das mudanças climáticas, poder avaliar se realmente faz sentido, se é verdade ou não. Então, poder subsidiar algum conhecimento para que eles possam avaliar, pelo menos, um artigo científico, fazer uma leitura, entender como acontecem os processos ambientais ligados à Climatologia. Basicamente isso.

K: Aham. Como foram as discussões a respeito do tema de mudanças climáticas na disciplina... se você abordou o tema, e como que foram as discussões.

P3: Então, eu propus um debate, esse debate foi pontuado, e eu dividi a turma entre contra o aquecimento global, e a outra turma a favor do aquecimento global. E para isso eles tinham que embasar o debate em artigos científicos de relevância, de revistas científicas e fazer o fichamento desses artigos científicos e apresenta-los no debate. Na hora do debate, quem ganhava pontuação maior, eu pontuei esse debate em relação à qualidade técnica dos artigos apresentados. Então, eles tinham cinco minutos para falar sobre contra, depois tinham mais cinco minutos para falar a favor, e um dos critérios também avaliados foi a ética na hora da apresentação das propostas ou dos artigos. Então eles tinham que falar do artigo, defender a ideia dele, as ideias, de forma ética, sem comprometer o trabalho de outras pessoas, né. E foi interessante que tanto... no resultado, eles observaram que tanto a parte contra quanto a favor tem várias lacunas. Então foi bom porque eles observaram que ainda tem muito a ser estudado.

K: Aham. E, além do debate, assim, a matéria é um tema de aula, então? Além da pesquisa individual, é um tema de aula?

P3: Então, toda vez que eu vou explicar os fenômenos, porque eu gosto de explicar como acontece o fenômeno, e tentar ao máximo, quando possível, explicar por bases físicas, não é, eu sempre tocava no assunto de como isso poderia ser utilizado nas questões climáticas. As movimentações de massa, as áreas de baixa, alta pressão, como é que isso influenciava no clima do planeta, como é que pela análise geológica que a gente poderia avaliar... então isso foi, durante o curso, foi avaliado, foi discutido também. Só que a gente teve um momento específico só para falar sobre essa questão.

K: Aham. Certo. Bom, acho que você já respondeu um pouco dessa próxima questão, mas, quais foram os recursos didáticos e metodológicos para se abordar o tema das mudanças climáticas? Foi só o debate, no caso?

P3: Então, foi a utilização de artigos científicos, fichamento que eles apresentaram; o debate que foi feito e durante as aulas era discutido alguns temas, eu falava sobre a questão, o que

poderia ser utilizado as mudanças climáticas. Eu deixei claro para os alunos que, apesar de eu acreditar mais que não há o aquecimento global antrópico, que eles teriam que ter a posição deles, o posicionamento deles, que eles teriam que ler, estudar, não influenciando a opinião deles. Isso eu quis deixar bem claro para eles. E outra coisa que eu fiz também, eu fiz uma visita técnica no Observatório Astronômico de São Carlos, e lá tem... explica os ciclos de Milankovitch, a precessão dos equinócios, e tudo, numa escala... tem lá os planetários, e tudo, que explica como é que acontece, na época geológica, como que acontece essas mudanças. E foi interessante, foi abordado em prova também essa visita técnica, foi interessante.

K: Aham, legal. Como foi o debate, assim, como foi... as discussões, os alunos pesquisaram mesmo, eles se empenharam nos argumentos?

P3: Nossa, pesquisaram muito, porque no semestre passado, porque eu dei essa disciplina em outro semestre, eu dei uma pontuação muito baixa no debate, porque eles não levaram muita coisa, então eu já avisei, falei assim “gente, quem não levar argumento, vai ficar com a nota muito baixa”, então, assim, foi uma pressão, e eles procuraram mesmo, estudaram muito, e vieram preparados, e foi muito produtivo.

K: Aham. Assim, uma pergunta meio boba que nem está aqui no roteiro, mas eu fiquei agora curiosa... teve algum lado que ganhou? Porque era contra e a favor, não é? O objetivo não era esse, não é, acredito, ganhar ou perder, mas teve alguém que se sobressaiu?

P3: Em argumentos, o pessoal a favor do aquecimento global ganhou, porque eles, apesar, pelo fato de eu deixar um pouco, assim, implícito nas aulas que era contra, eles tiveram que trazer muito mais material, entendeu?

K: Eles quiseram contra argumentar?

P3: Isso, exatamente, então eles trouxeram muito mais material. Já os que eram contra, como eu acho que eles sabiam que eu sou um pouco adepta a esse lado, então eles ficaram um pouco relaxados. Então, eu acho que essa questão de você não deixar claro qual sua posição, talvez seja melhor do que a gente influenciar, porque aí a gente tem a possibilidade de eles trazerem mais material para o estudo.

K: Aham...

P3: No semestre passado, quem foi contra ganhou, então, assim, eu falo assim, quem foi contra, não é que ganhou a pesquisa, mas, que trouxe mais argumentos.

K: Aham... Como você, no final da disciplina, como você considera ou avalia, assim, a percepção deles com relação a esse tema? Qual foi a percepção deles?

P3: Ah, para te falar a verdade, eu acho que a gente... eu ainda sou muito imatura, e eles também ainda são muito imaturos, para avaliar realmente essa questão das mudanças

climáticas. Eu avaliei tanto a minha turma quanto eu, acho que a gente ainda não tem muitos fundamentos, eu acho que somos muito influenciados ainda pelo que tem na mídia, isso que é sinceramente o que eu acho. Então a gente não tem ainda estudo, e nem fundamentação técnica, científica, que embase, para dar uma segurança, para afirmar se foi muito bom ou não, sabe. Eu acho que ajudou, mas que ainda precisa estudar mais; eu acho que se fosse para eles serem bons em clima, acho que teriam que fazer uns dois anos de disciplina. Inclusive eu estou fazendo já a segunda vez a disciplina de climatologia na USP, então cada dia que eu estudo, ainda vejo que ainda tem muito para estudar sobre área.

K: É, é uma área muito complexa, não é.

P3: Então assim, imaturidade ainda.

K: Aham... E nas suas aulas, o tema, esse tema, é colocado como um objeto de futura atuação profissional deles? Um tema em que eles vão poder atuar futuramente?

P3: Então... A climatologia... eu falo muito das questões, eu falo muito da, da camada de ozônio, eu falo que é uma jogada de marketing e tudo, e eu explico pra eles que, mais a questão de marketing mesmo, pra eles ficarem espertos pra eles analisarem o que está acontecendo no mercado, o que o pessoal está fazendo para ganhar em cima das questões ambientais, nesse sentido. Agora que eles vão trabalhar nas questões de mudanças climáticas, não foi abordado não.

K: Aham. Atividades de pesquisa e investigação sobre esse tema são incentivadas, durante as suas aulas?

P3: Então, o que a gente fez foi, no caso, essa visita técnica, e a gente tem até um grupo de estudo com os alunos de iniciação científica; a gente estuda questão da hidrologia, se tem alguma modificação da questão hidrológica devido aos anos, alguma alteração climática que pode ter acontecido, só, que é essa interação, tem esse grupo de pesquisa.

K: Aham. E já foram realizadas atividades interdisciplinares entre a climatologia e outras disciplinas, ou interdisciplinares, que tratassem desse tema?

P3: Então, só essa visita técnica, no observatório astronômico, então foi feita ela. E foi interessante porque para ver o olhar de outras pessoas, assim, de outras áreas, tinham físicos lá que fizeram palestras, tinha o pessoal da astronomia mesmo, que deu palestra e estava lá, então a gente viu um olhar diferente para as mesmas, para o mesmo tema. Foi interessante.

K: É, é legal. E existe aqui na universidade algum projeto de iniciação científica ou de extensão, desenvolvido por você ou por outro professor, que aborde o tema das mudanças climáticas?

P3: Não explicitamente. A gente tem esse projeto com hidrologia, com a avaliação de precipitação, que leva um pouco um cunho das mudanças climáticas, para avaliar se durante vários anos de medições de séries históricas teve alguma alteração.

K: Aham. E eu estou desenvolvendo aqui com as meninas da engenharia ambiental, com duas alunas, um grupo de pesquisas também, sobre mudanças climáticas. E depois nós vamos fazer uma divulgação no Museu dos Dinossauros.

P3: Ah, que legal.

K: Então é mais um projeto de extensão que está relacionado com esse tema também.

P3: É...

K: Qual é a forma de avaliação dos alunos?

P3: Então, são duas avaliações, de 30 pontos; um seminário, que eles apresentam determinado tema, e o debate. Então são 20, 20... 20 seminário, 20 debate, e 60 pontos de avaliação escrita e individual.

K: Aham. Agora, (professora*), para finalizar, como você entende as mudanças climáticas? Você já falou um pouco, mas, tem mais essa...

P3: Então, acredito que seja uma alteração natural, não é, devido ao tempo da Terra, de vida da Terra; e as mudanças, que são influenciadas por vários atores, os ligados à formação do planeta Terra mesmo, que a gente é um... a Terra é um organismo vivo, em constante transformação e movimento, e além dos processos que acontecem internos dela, ela é influenciada por fatores externos, do universo mesmo, do espaço, que influencia também até nas questões... por exemplo, a maré alta, a maré baixa, a lua influencia, então, os outros planetas, a forma como tá disposta também influencia nas questões climáticas do planeta Terra, apesar de a gente não conseguir mensurar isso ainda, mas isso tem uma ligação. E a Terra está em constante evolução, em constante mudanças, e essas mudanças, como a gente não tem estudos ainda, ou uma... como fala... uma série de dados grande o suficiente em relação à idade da Terra, a gente não tem como prever ou saber tudo que aconteceu, a gente não tem métodos para avaliar o que aconteceu realmente, se foi aquilo, e a gente também não tem série histórica para avaliar e prever futuro, da maneira como está sendo feita. Então, eu acho que, em questões climáticas, a gente tem mais que sentar, pesquisar, não é, do que falar ainda, eu acho.

K: Aham, certo. Tem algum comentário final que você gostaria de fazer?

P3: Ah... Que as mudanças climáticas são usadas mais para fins comerciais... é isso que eu acho, assim...

K: Como assim, fins comerciais?

P3: É porque é levado, por exemplo, você falar que um produto hoje vai aumentar o aquecimento global, você pode agregar valor àquele determinado produto porque ele não vai gerar o aquecimento global; as vezes isso não tem nada a ver, entendeu? Então, isso foi mais uma questão de marketing, e tudo, que mobilizou o mundo, que mobiliza, não é, e que as pessoas, às vezes, por não saber ou não aprofundarem no assunto, vão na maré. É isso.

K: Aham... Tá bom, muito obrigada, (professora*).

P3: De nada.

*: os nomes dos professores foram suprimidos e substituídos por *professor (a)*

4.4 Termo de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO

Dados de identificação

Nome da pesquisa: O tema das mudanças climáticas em cursos de Engenharia Ambiental de Uberaba/MG

Pesquisadora: Karina da Costa Sousa

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Denise de la Corte Bacci

Instituição: IG - UNICAMP

Eu, _____, RG nº _____,

declaro ser de minha livre e espontânea vontade a participação na pesquisa acima especificada, e que fui informado (a) sobre os objetivos, as justificativas e os procedimentos que serão adotados durante a sua realização.

Autorizo a publicação das informações coletadas, que serão expressas por meio de respostas à entrevista, cujo áudio foi gravado, com a segurança de que não haverá identificação nominal e manter-se-á o caráter confidencial da informação relacionada à minha privacidade.

Ciente do acima exposto, assino este termo de consentimento.

Assinatura do pesquisado

Assinatura da pesquisadora

Uberaba, 05 de junho de 2014

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – RELAÇÃO PERGUNTAS X OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVO ESPECÍFICO 1	FACTHUS	UNIUBE	UFTM
Analisar os conhecimentos específicos sobre mudanças climáticas abordados nos cursos de engenharia ambiental oferecidos pela UNIUBE, Facthus e UFTM.	<i>Pergunta 1</i> – para ambas as turmas	<i>Pergunta 1</i> – para todas as turmas	<i>Pergunta 1</i> – para todas as turmas
	Aponte as relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas.	Aponte as/(Você acha que existem) relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas.	Aponte as/(Você acha que existem) relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas. (Explique.)
	<i>Pergunta 2</i> – para ambas as turmas	<i>Pergunta 2</i> – para todas as turmas	<i>Pergunta 2</i> – para todas as turmas
	O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.	O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.	O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.
		<i>Pergunta 4</i> – para a turma de Ecologia de ecossistemas (pergunta baseada na ementa da disciplina)	<i>Pergunta 4</i> – para a turma de geologia geral (pergunta baseada na ementa da disciplina)
		Ao citar a crise ambiental em suas aulas, o professor abordou o tema das mudanças climáticas. Conte como foi.	Escreva algumas considerações sobre as mudanças climáticas globais que ocorreram ao longo do tempo geológico.
OBJETIVO ESPECÍFICO 2	<i>Pergunta 3</i> – para ambas as turmas	<i>Pergunta 3</i> – para todas as turmas	<i>Pergunta 3</i> – para todas as turmas
Analisar as metodologias de ensino e os recursos didáticos usados no ensino superior nesses cursos.	Caso o professor tenha abordado o tema das mudanças climáticas durante as aulas desta disciplina, quais recursos ele utilizou para fazê-lo? (Exemplos de recursos: power point, comunicação oral, leitura de textos, etc.)	Caso o professor tenha abordado o tema das mudanças climáticas durante as aulas desta disciplina, quais recursos ele utilizou para fazê-lo? (Exemplos de recursos: power point, comunicação oral, leitura de textos, etc.)	Caso o professor tenha abordado o tema das mudanças climáticas durante as aulas desta disciplina, quais recursos ele utilizou para fazê-lo? (Exemplos de recursos: power point, comunicação oral, leitura de textos, etc.)
OBJETIVO ESPECÍFICO 3	<i>Pergunta 5</i> – para as turmas de Hidrologia e Climatologia e de Recursos Naturais	<i>Pergunta 5</i> – para todas as turmas, <i>exceto Ecologia de ecossistemas</i>	<i>Pergunta 5</i> – para as turmas de Química ambiental e Climatologia e Meteorologia
Analisar a relação		Na sua opinião, o tema mudanças	

que os alunos constroem sobre o tema e sua atuação profissional.	Na sua opinião, o tema mudanças climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?	climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?	Na sua opinião, o tema mudanças climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?
	<i>Pergunta 6– para as turmas de Geologia para Engenharia e de Geoquímica Ambiental (pergunta baseada na ementa da disciplina Geoquímica Ambiental)</i> Escreva sobre a atuação do engenheiro ambiental no controle da poluição atmosférica.		
OBJETIVO ESPECÍFICO 4 Identificar a abordagem científica do tema nas disciplinas, considerando as correntes de interpretação das mudanças climáticas: natural ou antropogênica.	<i>Pergunta 2 – para ambas as turmas</i> O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.	<i>Pergunta 2 – para todas as turmas</i> O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.	<i>Pergunta 2 – para todas as turmas</i> O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.
	<i>Pergunta 4– para as turmas de Hidrologia e Climatologia e de Recursos Naturais</i> Considerando seu aprendizado durante a disciplina, como você entende as mudanças climáticas globais (<i>se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.</i>)? <i>E quais são/seriam as consequências de mudanças climáticas para os recursos naturais e o homem?</i>	<i>Pergunta 4– para todas as turmas, exceto ecologia de ecossistemas</i> Considerando seu aprendizado durante a disciplina (Climatologia), como você entende as mudanças climáticas globais (<i>se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.</i>)?	<i>Pergunta 4– para todas as turmas, exceto Hidrologia e Geologia geral</i> Considerando seu aprendizado durante a disciplina (Climatologia), como você entende as mudanças climáticas globais (<i>se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.</i>)?
OBJETIVO ESPECÍFICO 5	<i>Pergunta 4– para as turmas de Geologia para Engenharia e de</i>	<i>Pergunta 4– para a turma de Sistemas e métodos em solos e</i>	<i>Pergunta 4– para a turma de Geologia ambiental</i>

Identificar a contribuição das Geociências e do pensamento sistêmico para a elaboração dos conhecimentos sobre a temática pelos alunos do curso.	Geoquímica ambiental	<i>geotecnia I</i>	Como você entendeu a contribuição desta disciplina para a sua formação como engenheiro ambiental? Em que você acha que ela irá te ajudar na sua profissão e por que é importante aprender geologia para ser um engenheiro ambiental?
	Pergunta 5– para as turmas de Geologia para Engenharia e de Geoquímica ambiental	Pergunta 5– <i>para a turma de Sistemas e métodos em solos e geotecnia I</i>	Pergunta 6– para a turma de Geologia ambiental
	De que forma as geociências contribuem para a compreensão do tema das mudanças climáticas?	De que forma as geociências contribuem para a compreensão do tema das mudanças climáticas?	De que forma as geociências contribuem para a compreensão do tema das mudanças climáticas?

Observações:

Cores iguais indicam que a pergunta foi realizada nas três instituições, para as turmas indicadas na tabela.

Cores diferentes indicam perguntas específicas da disciplina, devido às particularidades da ementa.

As perguntas 4 e 5 foram elaboradas para as turmas de Sistemas e Métodos em Solos e Geotecnia I da Uniube, mas os questionários não foram aplicados, devido à presença de poucos alunos no dia da aplicação

APÊNDICE 2 – ETAPAS DA ATD

As cores indicam, pela correspondência, a qual categoria a unidade de sentido pertence. Unidades de sentido não coloridas não foram categorizadas. Para algumas respostas, além das categorias finais, as categorias mais específicas, definidas nas primeiras análises, são também apresentadas.

2.1. GEOLOGIA PARA ENGENHARIA/GEOQUÍMICA AMBIENTAL - FACTHUS

PERGUNTA 4		
Como você entendeu a contribuição desta disciplina para a sua formação como engenheiro ambiental? Em que você acha que ela irá te ajudar na sua profissão e por que é importante aprender geologia para ser um engenheiro ambiental?		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FG4.01	• Importante para o entendimento do solo	<u>Categorias mais específicas:</u> Contribuição para o conhecimento profissional Contribuição para o estudo do solo A importância depende da área em que se atuará Contribuição para a preservação de recursos naturais
FG4.02	• Em branco	
FG4.03	• Importante para o entendimento da origem do solo • Importância depende da área de atuação	
FG4.04	• Entender o funcionamento do solo • Mitigação de impactos no solo • Reflorestamento do solo	
FG4.05	• Preservação dos recursos naturais	
FG4.06	• Importância do conhecimento sobre rochas e história do planeta	
FG4.07	• Entender o processo de mudança climática é favorável para a profissão • “Vou poder melhorar meus estudos para trabalhar”	
FG4.08	• Ajudará para a análise de solos	
FG4.09	• Entendimento do solo é importante para engenheiros ambientais	

		Contribuição para o conhecimento sobre rochas e história do planeta Contribuição no entendimento da mudança climática <u>Categorias de maior amplitude:</u> Contribuição para o estudo do solo Contribuição para o estudo de recursos/sistemas naturais em geral
--	--	---

PERGUNTA 5

De que forma as geociências contribuem para a compreensão do tema das mudanças climáticas?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FG5.01	Facilitam o estudo sobre as causas das mudanças climáticas	<u>Categorias mais específicas:</u> Contribuição para o estudo das causas Contribuição para o controle da mudança climática Contribuição a partir da compreensão sobre as interações entre os sistemas terrestres Contribuição para a aprendizagem da mudança no clima porque estuda o “estado anterior” Entendimento das respostas do solo à
FG5.02	Em branco	
FG5.03	Ajuda no controle da mudança climática, geográfica, química e biologicamente.	
FG5.04	- A partir das explicações sobre ciclos biogeoquímicos - Entendimento de que o solo ‘é um organismo vivo que possui influências bióticas e abióticas’	
FG5.05	Nas interações dos elementos (gelo, terra, vulcões, atmosfera, oceano e gases)	
FG5.06	Ajuda a entender ‘as atividades que aconteceram para tudo estar como hoje’	
FG5.07	Melhor aprendizagem da mudança pois estuda o “estado anterior”	
FG5.08	Realização de estudos para analisar e avaliar as mudanças	
FG5.09	Entendimento das respostas do solo às diversas condições climáticas	

		mudança no clima Contribuição na análise e avaliação das mudanças climáticas <u>Categorias de maior amplitude:</u> Compreensão sobre os processos naturais Melhor compreensão do tema: suas causas e efeitos Estudo do passado
--	--	--

PERGUNTA 6

Escreva sobre a atuação do engenheiro ambiental no controle da poluição atmosférica.

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FG6.01	Analisa e aponta soluções para a poluição	<u>Categorias mais específicas:</u>
FG6.02	Em branco	
FG6.03	- Conhecimento de normas e leis para a esfera empresarial - Educação ambiental	Mitigação dos impactos da poluição atmosférica
FG6.04	Uso de filtros para controle de particulados	Soluções para a poluição atmosférica
FG6.05	- Projetos de otimização de processos - Exemplo: para a diminuição de emissões de CO₂	
FG6.06	- Minimizar os impactos da poluição do ar - Conscientização ambiental	Educação ambiental
FG6.07	Estudos para diminuir os impactos das empresas	
FG6.08	Análise da poluição e indicação de meios para melhorar 'a questão'	Aplicação da legislação ambiental no âmbito de empresas
FG6.09	Evitar mais danos à atmosfera	

		<u>Categorias de maior amplitude:</u> Gestão de processos e impactos ambientais Educação ambiental
--	--	---

2.2. HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA/RECURSOS NATURAIS - FACTHUS

PERGUNTA 1 Aponte as relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FH1.01	- Influência do clima no ciclo 'hidrográfico' - Acúmulo de precipitação em determinadas regiões e seca e escassez em outras	Relação entre o clima e o ciclo hidrológico
FH1.02	Em branco	
FH1.03	Estudo do clima: mudanças de temperatura e desastres climáticos	Estudo de eventos extremos
FH1.04	Vários assuntos relacionados à mudança do clima, como os desastres climáticos	
FH1.05	A matéria apresentou causas para a mudança	Abordagem de causas para a mudança
FH1.06	Aborda fatores que impactam o ambiente e alteram o clima	
FH1.07	- Interferência da água no clima 'Em seu ciclo ela passa por todas as etapas da Terra, altera a temperatura da atmosfera, terra, lagos, oceanos e etc.'	
FH1.08	- Relações climáticas e hidrológicas - Ajuda a investigar a 'veracidade das mudanças climáticas'	
PERGUNTA 2 O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FH2.01	- Exemplos municipais, regionais, nacionais e mundiais - Exemplos de pesquisas sobre precipitação e índices atmosféricos	Discussão sobre as causas
FH2.02	Clima no Brasil	
FH2.03	- Palestra de Molion - Debate	Discussão de ideias céticas e aquecimentistas
FH2.04	Exemplos cotidianos	
FH2.05	- Apresentou motivos - Debates ('cada um defendendo o motivo em que acredita')	Exemplos de fenômenos que

FH2.06	Exemplos de desastres e de fenômenos naturais que estão acontecendo	estão ocorrendo
FH2.07	- Discussão sobre o efeito do CO2 para o efeito estufa - Discussão sobre as ideias do Molion	Debate
FH2.08	Abordagem de diferentes pontos de vista	

PERGUNTA 4

Considerando seu aprendizado durante a disciplina, como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?

E quais são/seriam as consequências de mudanças climáticas para os recursos naturais e o homem?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FH4.01	- Mudanças climáticas ocorrem com muita intensidade - Exemplo El Nino - Causam anomalias: tempestades, tufões, etc - Causam devastação, impactos negativos para lavouras e enchentes	Mudanças climáticas são prejudiciais à vida humana Mudanças climáticas ocorrem devido às atividades antrópicas
FH4.02	Em branco	
FH4.03	Mudanças climáticas ocorrem em decorrência do comportamento humano	
FH4.04	O homem é o maior causador das mudanças climáticas	
FH4.05	- Mudanças climáticas ocorrem em períodos de 40 em 40 anos - O homem agrava os ‘resultados’	
FH4.06	- Acontecendo em um ritmo acelerado - Homem: principal responsável e o maior prejudicado	
FH4.07	- Aumento da temperatura dos centros urbanos, o que muda a temperatura da Terra - CO2 não é impactante ‘pois já houve a mesma quantidade de emissão de gás e não aumentou a temperatura’	
FH4.08	Alteração da qualidade de vida	

PERGUNTA 5

Na sua opinião, o tema mudanças climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
FH5.01	- Desenvolvimento de tecnologias para adequar às mudanças - Mitigação de ações antrópicas ‘Reaprender a desenvolver nossas atividades conforme a imposição do	<u>Categorias mais específicas:</u>

	clima'	
FH5.02	• Conscientização em escolas e faculdades “para criar uma educação(…)”	Desenvolvimento de medidas de adaptação
FH5.03	• O tema tem relação com os estudos sobre o clima, terra e água • Educação ambiental • Criação de projetos	
FH5.04	• Projetos para diminuir os impactos	Mitigação de impactos
FH5.05	• Trabalhar com outros profissionais em pesquisas	
FH5.06	• Estudos para diminuir impactos ambientais	Desenvolvimento de estudos e pesquisas
FH5.07	• Em branco	
FH5.08	• Pesquisas • Aulas	Educação ambiental Abordagem do tema como docente <u>Categorias de maior amplitude:</u> Gestão de processos e impactos ambientais Educação ambiental e pesquisa

2.3. CLIMATOLOGIA – UNIUBE

PERGUNTA 1 Aponte as relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de

		Sentido
UC1.01	•Estudo de assuntos relacionados à mudança climática (umidade do ar, temperatura, balanço hídrico e chuvas)	Estudo dos elementos que compõem o sistema climático
UC1.02	•Aprofunda-se o conhecimento sobre mudança do clima e seus efeitos	
UC1.03	•Estudo do clima, terremotos e outras mudanças climáticas	
UC1.04	•Conhecer e compreender as causas e efeitos das mudanças climáticas	Estudos sobre a causas e efeitos de mudanças climáticas
UC1.05	•Estudo de fatores do clima e do tempo (temperaturas elevadas e intensidade de padrões de chuva)	
UC1.06	•O desempenho dos seres vivos é imposto pelas condições climáticas	
UC1.07	•Os temas abordados explicam conceitos e fundamentos ligados ao tema	
UC1.08	•Aprofunda estudos sobre temperatura, chuvas, vento; • E impactos e alterações causados pelo homem.	
UC1.09	•Mostra os fatores que ocorrem no mundo hoje •Mostra como ocorre e o que pode ser feito •Mostra a importância do assunto para nós	
UC1.10	•Estudos de fenômenos que ocorrem devido às mudanças (tufões, ciclones, furacões) •Estudos de temas como chuva, radiação, evapotranspiração, vento, etc.	
UC1.11	•Estuda os fenômenos climáticos (chuva, vento, correntes de ar, eventos extremos, radiação solar, etc.), contribuindo para o entendimento das mudanças	
UC1.12	•Analisar os dados atuais (umidade relativa, umidade do ar e do solo, chuva, radiação solar, evapotranspiração) e os dados antigos e verificar as mudanças que ocorreram	
UC1.13	•Estudo de fatores do clima e suas mudanças (umidade relativa do ar, chuva e vento, radiação, etc.)	
UC1.14	•Estudos dos principais fenômenos que afetam o ambiente •Aprende-se a prever os danos	
UC1.15	•O tema é abordado com frequência	
UC1.16	•Estudos dos fenômenos climáticos, o que permite saber as causas	
UC1.17	•Entendimento do clima em diferentes regiões •Avaliar e entender mais precisamente os possíveis riscos ambientais	
UC1.18	•Aborda-se através de exemplos e conclusões sobre o tema	
UC1.19	•Aluno apontou relações entre a engenharia ambiental e as mudanças climáticas	
UC1.20	•Entendimento de como surgem os fenômenos climáticos como El niño e la niña e ciclone e anti-ciclone.	
UC1.21	•Aborda influência da natureza no clima para que ocorra as mudanças •Aborda tudo que pode interferir no clima	
UC1.22	• Em todos os assuntos discutidos em sala de aula se aborda o tema de mudanças climáticas recentes	
UC1.23	• Aprende-se ‘realmente o que ocorre no tema mudanças climáticas’	
PERGUNTA 2		

O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UC2.01	Falou-se sobre o aquecimento global	Apresentou relações entre temas explicados e as mudanças climáticas
UC2.02	- Explicou em sala de aula - Propôs como tema de apresentação de trabalho - Debate sobre os pensamentos dos céticos e do IPCC	
UC2.03	Através das aulas e dos trabalhos	
UC2.04	- Debates baseados em artigos científicos - Em cada tópico apresentado foi feita uma relação com o tema	Apresentou os argumentos dos cientistas céticos e dos cientistas do IPCC
UC2.05	Exemplo de fatores climáticos em uma plantação de café, mostrando o cultivo, a espécie e os fatores do clima	
UC2.06	Mostrou influência do clima em uma plantação de café	
UC2.07	Abordou fatos ocorridos atualmente	
UC2.08	- Aulas ministradas de forma imparcial. - Mostrou os dois lados (dos céticos e dos ambientalistas)	Metodologia utilizada:
UC2.09	- Falou sobre os estudos do IPCC e dos céticos - Por meio de relatórios, debates e na prova	
UC2.10	Falou sobre geada, chuva, vento, radiação temperatura, ciclones, evapotranspiração, umidade relativa	Explicação em sala de aula
UC2.11	- Explicou o processo de mudanças climáticas, sintetizando se essas mudanças são causadas antropicamente ou pelo ciclo natural - Mostrando influência da radiação solar - Mostrando a interferência das ações antrópicas	Apresentação de trabalho
UC2.12	Mostrou as diferenças entre o ponto de vista de alguns estudiosos (IPCC e céticos)	Debate
UC2.13	- Disse que é um evento que está ocorrendo “e cabe a nós que estamos ingressando nessa área opinarmos se é um evento natural ou antropogênico”	Relatório
UC2.14	- Abordou em forma de debate - Em forma de trabalho	Prova
UC2.15	- Abordagem as duas correntes, IPCC e os céticos - Dentro dessas correntes, apresentou os fatores que influenciam nas mudanças	
UC2.16	- Discussão do assunto em sala - Incentivo à pesquisas, debates e reflexão sobre o assunto.	
UC2.17	- Abordado de maneira clara e objetiva - Usando exemplos - Debate sobre mudanças climáticas, tendo como base o novo relatório do IPCC	
UC2.18	- Debate sobre o tema - Discutiu o lado do IPCC e dos céticos	
UC2.19	- Abordou as duas vertentes da mudança climática (IPCC e pessoas que não acreditam no aquecimento global, como o Molion) - Debate	

	• Demonstrou o que o planeta vem passando e o que poderá ocorrer	
UC2.20	• Abordou, mas não se lembra	
UC2.21	• Abordou estudos de vários aspectos naturais ou não, que podem interferir no sistema	
UC2.22	• Explicou correntes oceânicas • Relacionou as mudanças climáticas com o tempo e a história mundial	
UC2.23	• Abordou as duas correntes: o IPCC e os céticos	

PERGUNTA 4

Considerando seu aprendizado durante a disciplina, como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UC4.01	• Ocorrem.	Ocorrem devido a causas naturais Causas naturais com contribuição humana
UC4.02	• Ocorrem de forma natural • São importantes para a vida no planeta	
UC4.03	• Ocorrem através do vento e mar • Ocorrem devido à rotação da Terra	
UC4.04	• São um processo natural • Ocorrem a todo o tempo pois o clima é dinâmico • A vida depende das mudanças (especialmente no que diz respeito às atividades agrônomicas)	
UC4.05	• Ocorrem devido ao aumento ou diminuição da temperatura, com o aumento das chuvas	
UC4.06	• Fatores geográficos (latitude, altitude) afetam os elementos • O conjunto descreve as condições atmosféricas de um determinado lugar	
UC4.07	• Ocorrem em diversas partes do planeta • Os efeitos e fenômenos são desencadeados parte pela ação antrópica e também por fenômenos naturais	
UC4.08	• Mudanças climáticas são reais: o planeta está aquecendo e os impactos são preocupantes • O planeta sempre possuiu variações de temperatura cíclicas • Devido à intensidade de radiação solar, que não é a mesma sempre e outros eventos naturais (vulcões, chuvas ácidas) • Ações humanas agravam a situação, mas não são as únicas responsáveis	
UC4.09	• Mudanças climáticas sempre ocorreram e ocorrem • O homem não é o principal causador • Pode-se interferir usando alguns métodos, prevenindo	
UC4.10	• Ocorrem devido ao aquecimento global provocado por ações antrópicas e cíclicas	
UC4.11	• Ocorrem de acordo com as características de cada local • Radiação solar desencadeia mudança	
UC4.12	• Ocorrem de maneira cíclica • Algumas atitudes humanas afetam ou aceleram as mudanças	

UC4.13	• Ocorrem em ciclos • O homem acelera esses ciclos	
UC4.14	• Ciclos naturais ocorrendo durante anos • O homem contribui com a aceleração desse processo	
UC4.15	• Fenômeno de ocorrência natural • As ações humanas interferem no microclima das cidades	
UC4.16	• Ocorrem pois são fenômenos naturais • Vêm ocorrendo desde que o planeta se formou • O homem agora é o responsável	
UC4.17	• Ocorre um ciclo • Segundo o IPCC, o homem tem 95% de culpa	
UC4.18	• Ocorrem de forma natural • Há hipóteses de que o homem contribua em 95% para que isto aconteça	
UC4.19	• Não existem • É mais um problema econômico do que climático • Mudança pela qual a Terra passa durante um intervalo de tempo	
UC4.20	• Fenômeno natural	
UC4.21	• Ciclo que a Terra está passando • Sempre aconteceu e vai continuar acontecendo • Nada tem a ver com as atividades humanas	
UC4.22	• Ocorrem de forma cíclica • Não dependem de atitudes antrópicas • Não podemos controlar	
UC4.23	• Ocorrem • Em grande parte pelo próprio planeta • Em pequena parte por funções antrópicas	

PERGUNTA 5

Na sua opinião, o tema mudanças climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UC5.01	• Em branco	Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas
UC5.02	• “Determinar locais de aplicação de determinadas situações e saber se darão certo, é preciso saber sobre mudanças climáticas e como elas ocorrem no local”	
UC5.03	• Na recuperação de áreas degradadas • Para observar a chuva, fazer medições	
UC5.04	• Deve-se estar atento às mudanças do clima, “uma vez que sua profissão depende dele”	Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos
UC5.05	• Em plantações • Para analisar os tipos de solo • Irrigação	
UC5.06	• Plantação: saber a época da colheita, a irrigação, depende do clima	
UC5.07	• Desenvolvendo ações e medidas de controle para minimizar e mitigar as consequências	

	• Avaliar as consequências e os fenômenos que ocorrem e por que ocorrem	
UC5.08	• O engenheiro ambiental deve buscar formas de melhorar as condições de vida do planeta	
UC5.09	• Sim.	
UC5.10	• Saber resolver problemas ambientais e desenvolver projetos, com o conhecimento sobre o fenômeno climático	
UC5.11	• Sim. Exemplo: um estudo sobre variação climática em uma área de plantação	
UC5.12	• Poderá atuar na área de prevenção, diminuição e melhoria na mudança climática	
UC5.13	• Precisa pensar em atitudes para mitigar, amenizar e corrigir certas atividades	
UC5.14	• Sim, dependendo do rumo que decidir tomar, será essencial	
UC5.15	• Ainda não me decidi em que área atuar, mas como se trata de engenharia ambiental, de alguma forma o assunto será trabalhado	
UC5.16	• O clima é determinante em várias atividades como o plantio, planejamento de construções, etc.	
UC5.17	• O conhecimento é importante para elaborar e realizar projetos com mais segurança • O engenheiro ambiental se preocupa com as consequências que podem causar e evita transtornos	
UC5.18	• Entendendo melhor e estudando para resolver os problemas causados pela mudança	
UC5.19	• Interfere no trabalho do engenheiro ambiental	
UC5.20	• Desenvolvimento de projetos de recuperação de áreas degradadas • No geoprocessamento	
UC5.21	• Os trabalhos deverão analisar e avaliar as mudanças que já ocorreram e as que poderão ocorrer	
UC5.22	• Na atuação em plantações • Ajudar nas medidas mitigatórias ou tentar diminui-las	
UC5.23	• Na atuação em plantações	

2.4. MONITORAMENTO AMBIENTAL - UNIUBE

PERGUNTA 1		
Você acha que existem relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas?		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UM1.01	Através do monitoramento se nota as mudanças	O monitoramento atmosférico permite determinar e/ou mitigar as mudanças Relação entre o estudo da poluição atmosférica e as mudanças climáticas
UM1.02	Com a falta de monitoramento pode não perceber o impacto	
UM1.03	- A disciplina aborda o tema e seus efeitos - A alteração da mudança pode ser realizada pelo monitoramento - O monitoramento é essencial para a mitigação de seu efeito	
UM1.04	Necessidade de estudos para verificar o motivo.	
UM1.05	A disciplina aborda conceitos diretos, como poluição, mudanças no ecossistema.	
UM1.06	Através do monitoramento ambiental estabelece-se padrões para as previsões	
UM1.07	Mudanças climáticas ocorrem por alteração ocasionada por algum tipo de poluição	
UM1.08	A disciplina estuda fontes de poluição atmosférica e formas de avaliação e mensuração das emissões	
UM1.09	Sim	
UM1.10	São estudados modos de monitoramento que podem ser usados como ferramentas de estudo sobre mudanças climáticas	
UM1.11	Emissões atmosféricas afetam a temperatura	
UM1.12	- Trata do assunto. - Aborda a poluição causada pela indústria e a composição dos gases (partículas poluentes)	
UM1.13	Sim	
UM1.14	Fornecimento de dados a partir do monitoramento atmosférico	
PERGUNTA 2		
O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.		

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UM2.01	• Os resultados do monitoramento atmosférico mostram a variação de temperatura	Abordou efeitos das mudanças climáticas Foi abordado nos temas poluição e monitoramento da atmosfera
UM2.02	• Não. O tema é abordado em climatologia.	
UM2.03	• Abordou relacionados com mudanças climáticas: efeitos sobre a fauna, população e áreas urbanas. • Vimos que muitos problemas seriam evitados se houvesse monitoramento.	
UM2.04	• Superficialmente, quando se deu exemplos de espécies que migraram para outras áreas ou que se extinguíram.	
UM2.05	• Não, foi abordado em climatologia	
UM2.06	• Quando do estudo sobre poluição atmosférica	
UM2.07	• Discutiu-se a ação degradante do homem, ocasionado alteração climática	
UM2.08	• Sim	
UM2.09	• Sim, de forma específica e com dados recentes e históricos	
UM2.10	• Não. Abordou apenas modos de monitoramento atmosférico	
UM2.11	• Explicou qual poluente foi lançado na atmosfera e o que ele afetou.	
UM2.12	• De forma clara e objetiva. • Falou sobre tipos de poluição e a relação destas com a variação de temperaturas de regiões e microrregiões	
UM2.13	• Abordou temas como balanço hídrico durante os anos, influência de eventos meteorológicos no clima, eventos catastróficos, etc.	
UM2.14	• Na explicação sobre monitoramento atmosférico	

PERGUNTA 4

Considerando seu aprendizado durante a disciplina, como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UM4.01	• Ocorrem por efeito natural dos ecossistemas e devido às ações antrópicas	Ocorrem devido às atividades antrópicas
UM4.02	• Ocorrem. • O problema é a emissão excessiva de gases poluentes pela ação humana	

UM4.03	Sem a página	Ocorrem devido a causas naturais Ocorrem devido a causas naturais, com contribuição antrópica
UM4.04	- Ocorrem. - A palestra do prof. Molion deixou evidente que ocorrem devido ao próprio planeta, com suas emissões de gases.	
UM4.05	Ocorrem devido ao planeta participar de um ciclo de temperaturas com pontos extremos variando ao longo de décadas	
UM4.06	- Ocorrem naturalmente. - Um processo que ocorre de tempos em tempos no planeta. - Ações antrópicas não fazem grande diferença, mas a poluição causa graves males à saúde humana e ao meio ambiente.	
UM4.07	As mudanças climáticas seguem um padrão (de tempo)	
UM4.08	- A temperatura já foi muito maior há milhares de anos - O homem tem grande responsabilidade pelas mudanças que vêm ocorrendo	
UM4.09	Ocorrem.	
UM4.10	- Grande parte de origem natural e cíclica - Pode haver interferência antrópica	
UM4.11	Podem ocorrer por vários fatores, como poluição, aumento na temperatura, emissão de gases.	
UM4.12	- A Terra está passando por um período de mudanças climáticas naturais. - A contribuição do homem é praticamente nula se comparada com os agentes naturais.	
UM4.13	- Ocorrem. - Percebe-se isso através das tempestades fora de época, eventos catastróficos que antes não aconteciam.	
UM4.14	- Ocorrem devido a alterações antrópicas no meio ambiente. - Porém, há dados que a Terra já passou por estas mudanças.	

PERGUNTA 5

Na sua opinião, o tema mudanças climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UM5.01	Não	Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos
UM5.02	Medidas mitigatórias para certos empreendimentos diminuam suas emissões	
UM5.03	Sem a página	
UM5.04	Diminuição das mudanças com ações de mitigação (reflorestamento, reciclagem e outros)	
UM5.05	Em várias áreas da engenharia ambiental, como recuperação de áreas degradadas, sistemas de plantio, determinação e estudos de impactos ambientais.	
UM5.06	Se a poluição atmosférica aumentar, talvez daqui a alguns anos possa influenciar. Por isso, pretendo trabalhar na diminuição da poluição.	

UM5.07	• Desenvolver um estudo de monitoramento dessas mudanças, a fim de definir um padrão.	
UM5.08	• Os efeitos das mudanças climáticas, como as chuvas fora de época, podem alterar alguns estudos, como estudo de vazão.	
UM5.09	• Sim.	
UM5.10	• Métodos de controle de poluição atmosférica	
UM5.11	• Sim. Exemplo: conhecimento sobre as condições climáticas em uma região de agricultura	
UM5.12	• Sim. Exemplo: nos estudos sobre exploração de recursos naturais	
UM5.13	• Não, porque meu foco será em outra área. • Mas não descarto a possibilidade de trabalhar com esse tema.	
UM5.14	• Desenvolvimento de alternativas sustentáveis para minimizar os efeitos destas mudanças.	

2.5. CLIMATOLOGIA – UFTM

PERGUNTA 1		
Aponte as relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFC1.01	• A disciplina auxilia a olhar as discussões de um âmbito mais técnico e crítico	Estudo de conceitos/fenômenos que ajudam a compreender as mudanças climáticas
UFC1.02	• Confundiu com hidrologia – o ciclo hidrológico influencia as mudanças climáticas	
UFC1.03	• A disciplina ajuda a entender melhor as mudanças climáticas	
UFC1.04	• Os conceitos abordados visam a dar condições para os alunos obterem um pensamento crítico sobre o assunto	
UFC1.05	• Entendimento sobre como os fenômenos de mudanças ocorrem, inclusive os naturais	
UFC1.06	• A disciplina estuda as mudanças, a dinâmica climática e seus efeitos. • Estuda os efeitos que as atividades antrópicas podem causar.	
UFC1.07	• A disciplina permite observar as mudanças no clima e as características em determinado lugar ao longo dos anos e séculos • Permite, assim, avaliar o que está acontecendo	
UFC1.08	• A disciplina se baseia em questões desse tipo	
UFC1.09	• Procura entender as mudanças climáticas, explicando porque elas ocorrem	
UFC1.10	• Estudo do tempo e do clima ao longo do tempo, analisando as mudanças	
UFC1.11	• Estudo dos elementos naturais que afetam essas mudanças • Estudo das influências antrópicas	
UFC1.12	• Explica os processos naturais • Explica medidas que podem minimizar os impactos no meio ambiente • Apresenta as consequências dos processos naturais e intervenção humana nas mudanças climáticas	
UFC1.13	• Compreender os fatores que levam às mudanças • Compreender a dinâmica relacionada à elas	
UFC1.14	• Foi abordado em sala e através de seminários sobre a questão do resfriamento e aquecimento global, variabilidade climática e outros conceitos importantes.	
UFC1.15	• Relaciona-se porque estuda o clima e suas variações • Estudamos os diferentes posicionamentos da Terra em relação ao Sol, as evidências do aquecimento e do resfriamento global, o efeito estufa, as causas antrópicas e naturais.	
UFC1.16	• Estudo de fatores que influenciam em mudanças climáticas (El niño , Oscilação decadal do Pacífico, zonas de baías e altas pressões, força de Coriolis), pois podem modificar o clima de uma dada região.	
UFC1.17	• Estudo de fatores que interferem nas mudanças climáticas: poluição, massas de ar, pressão, maritimidade, continentalidade, dispersão dos ventos, desmatamento, latitude, etc.	

UFC1.18	• Estudo das condições climáticas e meteorológicas que influenciam no globo terrestre • É possível relacionar as características climáticas que causam mudanças em determinadas regiões ou a nível global.	
UFC1.19	• Existem algumas dificuldades de interpretação nas bibliografias apresentadas no curso, porém é uma disciplina que envolve muito conhecimento teórico.	
UFC1.20	• Melhor entendimento sobre as mudanças	
UFC1.21	• Conceitos vistos na disciplina relacionados com as mudanças climáticas. • Exemplo: como determinados fatores e atividades podem alterar a precipitação de uma região.	
UFC1.22	• Conceitos vistos em sala ajudam a entender como essas mudanças ocorrem • Estimula uma visão crítica sobre o assunto.	
UFC1.23	• Estudo do tempo/clima, abordando temas ‘usados’ para o estudo das mudanças climáticas.	
UFC1.24	• O tema é abordado durante as aulas, houve aulas em que estudamos somente o tema	
UFC1.25	• Permite olhar de forma mais crítica as notícias veiculadas pela mídia e discutidas pela comunidade sobre o assunto.	

PERGUNTA 2

O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFC2.01	• Ensinou a teoria necessária para discernir ou extrair informações corretas para que formemos opiniões corretas no debate entre aquecimento e resfriamento global.	Alunos que citaram os métodos utilizados para a abordagem
UFC2.02	• Sim.	
UFC2.03	• Discutiu sobre aquecimento e resfriamento • Discutiu suas causas e consequências	
UFC2.04	• O assunto foi tema de uma apresentação de Power point por um grupo de estudantes (O trabalho foi rigorosamente avaliado sem considerar a falta de instruções para fazê-lo). • Parece estar previsto um debate futuro em sala de aula	Explicação de temas relacionados às mudanças climáticas, importantes para sua compreensão
UFC2.05	• Não foi discutido em sala de aula. • Houve um grupo de alunos que abordou rapidamente o tema em um trabalho	
UFC2.06	• Houve apresentações de seminários durante uma semana das aulas em que alunos abordaram o tema	
UFC2.07	• Não foi abordado pelo professor. • Houve apresentações de seminários em que o tema foi abordado sem grandes detalhes.	
UFC2.08	• O tema mostrando algumas vezes ‘meio confuso’, gerando algum debate entre professor e alunos, porém foi bem esclarecido ao final dos debates	
UFC2.09	• O tema foi abordado com o objetivo de questionar a veracidade do aquecimento global, analisando dados e procurando entender porque ocorrem as mudanças, através de fatores locais e globais	
UFC2.10	• Foi abordado através da realização e discussão de trabalhos	

UFC2.11	• Abordado com frequência, correlacionando os tópicos estudados com o tema • Seminários: cada grupo ministrou uma aula sobre tópicos que influenciam diretamente o clima e suas mudanças em escala regional e global	
UFC2.12	• O professor tentou nos dar uma base para compreendermos os processos naturais e antrópicos, para obtermos um senso crítico sobre o tema	
UFC2.13	• Abordado pelo professor durante as aulas por meio de apresentações • Abordado pelos alunos através de seminários	
UFC2.14	• Abordado com pouca frequência pelo professor • A fixação do conteúdo ocorreu através dos seminários realizados pelos alunos	
UFC2.15	• O tema foi abordado em seminários pelos alunos. • Após os seminários, a professora comentou os trabalhos e apresentou uma breve explicação sobre o assunto	
UFC2.16	• O tema foi abordado de forma geral; • Em alguns pontos com mais detalhes, dependendo de sua influência no clima e sua importância	
UFC2.17	• O tema foi abordado explicando influências para a mudança do clima	
UFC2.18	• Abordado através de artigos científicos, fazendo análises e comparações entre eles • Foi abordado também pelos alunos através de seminário • Abordado como um tema de suma importância e um desafio para as futuras gerações	
UFC2.19	• Apresentou as diversas variações climáticas, como acontecem e onde.	
UFC2.20	• Deu-se ênfase e importância ao assunto, já que seu estudo é importante para nossa formação. • Abordado de forma didática, interessante e de inteira compreensão. • Houve trabalho em grupo, que foi importante para o entendimento da matéria	
UFC2.21	• Apresentou a definição do tema e sua importância. • Houve em seguida os seminários, em que cada grupo apresentou um tema relacionado às mudanças climáticas	
UFC2.22	• Foi abordado como tema de seminário • A professora fez perguntas e alguns comentários durante as apresentações • Depois do seminário, houve uma aula específica sobre o assunto, onde ela tentou ser imparcial, buscando despertar o interesse dos alunos pelo tema.	
UFC2.23	• Estudo realizado em sala, sobre temas como aquecimento global, inversão térmica, ilhas de calor • Seminário • Relatórios	
UFC2.24	• Explicações teóricas sobre as diferentes teorias • Explicou as causas e feitos das mudanças	
UFC2.25	• Abordou o tema com imparcialidade e com ampla visão sobre as mudanças climáticas	

PERGUNTA 4

Considerando seu aprendizado durante a disciplina, como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido

UFC4.01	• Ocorrência natural em macroescala desde os primórdios da Terra, sendo “normais”. • Em mesoescala e analisando uma série histórica mínima é possível afirmar que o crescimento populacional e as atividades antrópicas influenciam na variação do clima no planeta.	Ocorrem devido a causas naturais, com contribuição antrópica
UFC4.02	• Sem a folha	
UFC4.03	• Ocorrem por processos naturais • Pouco influenciado por atividades antrópicas, tais como a construção de cidades	Ocorrem devido a causas naturais
UFC4.04	• Parecem fazer parte do ciclo da Terra. Estamos numa fase de transição, ‘antecipando’ uma era glacial. • O homem não é causador desses efeitos, mas contribui para a aceleração	Ocorrem devido às atividades antrópicas
UFC4.05	• Ocorrem devido a fatores naturais, mas também fatores antrópicos. • Ocorrem porque o mundo está em constante mudança, sempre passou por períodos de mudanças e assim continuará.	
UFC4.06	• Sempre ocorreram. Precedendo um período de glaciação sempre há um período interglacial. • Essas mudanças são naturais, ocorrendo pela própria dinâmica da Terra. • É difícil de se entender.	
UFC4.07	• Ocorrem devido a fatores como a intervenção do homem no meio ou até mesmo por ser um ciclo natural da terra. • São observáveis através do aumento da temperatura na Terra, derretimento das geleiras, as ‘bagunças climatológicas’.	
UFC4.08	• Ocorrem de maneira dinâmica, onde cada fator terrestre ou extraterrestre (radiação solar) pode influenciar.	
UFC4.09	• Ocorre de forma natural devido à dinâmica do planeta. • Podem ser influenciadas por atividades antrópicas.	
UFC4.10	• Ocorrem devido ao uso desenfreado de recursos naturais, gerando o lançamento de vários resíduos os quais causam desestabilidade no meio ambiente, resultando nas mudanças.	
UFC4.11	• Ocorrem devido a diversos fenômenos naturais, regulados pela dinâmica do planeta e de fatores extraterrestres (radiação solar). • Podem sofrer influência antrópica mínima	
UFC4.12	• É um processo natural seguindo ciclos • O homem pode interferir acelerando os processos	
UFC4.13	• São fenômenos naturais e antrópicos (atividades industriais, agrícolas, tecnológicas). • Fatores naturais: incidência solar, relevo, umidade, topografia, ventos.	
UFC4.14	• Sempre ocorreram por processo dinâmico do planeta. • Ações antrópicas acarretam variabilidade no clima da Terra e intensas anomalias.	
UFC4.15	• Ocorrem a longo prazo em decorrência de atividades antrópicas ou naturais. • Não se sabe ao certo se está ocorrendo aquecimento ou resfriamento do planeta. • Ocorrem na dinâmica atmosférica.	
UFC4.16	• Ocorrem diariamente, seja em eventos locais, regionais ou globais. • Tendem a ocorrer quando um sistema muda seu equilíbrio, modificando as características climáticas do ponto em questão • Exemplo de mudança climática: El Niño.	
UFC4.17	• Ocorrem em todo o mundo, principalmente em áreas de grande poluição e com pouca dispersão de ventos, ocorrendo inversão térmica, mudanças climáticas, etc.	
UFC4.18	• Ocorrem de maneira variada ao longo do planeta • As causas são variadas, mas já é possível perceber que a atividade antrópica vem sendo um fator agravante atualmente.	
UFC4.19	• Ocorrem devido a interação natureza-homem e por serem mecanismos naturais, que variam a cada região, com latitude, longitude e altitude interferindo neste mecanismo.	

UFC4.20	• São alterações no clima podendo chegar a nível global • Inúmeras causas, como algumas ações antrópicas	
UFC4.21	• Ocorrem e de certa forma podem ser resolvidas • Ocorrem por fenômenos ocasionais e são acentuadas por ações antrópicas • Algumas consequências: derretimento das geleiras, aumento do nível do mar, alteração de índices pluviométricos	
UFC4.22	• Ocorrem devido à complexa dinâmica do planeta. O planeta passa por diversos ciclos, fica mais afastado e mais próximo do sol em determinados períodos, seu eixo é afetado também pelas variações na intensidade dos raios solares • Sofre influência, em menor intensidade, de fatores internos, como El niño e La niña, vegetação e atividades antrópicas (em escala local, não em escala global)	
UFC4.23	• Sempre ocorreram no planeta, sendo necessárias para a evolução dos seres vivos. • Intensificado pelo crescimento populacional, industrialização e poluição. Os gases poluentes causam mudança no clima e na geomorfologia do local.	
UFC4.24	• Ocorrem naturalmente e intensificadas pelas ações antrópicas, principalmente pela degradação da ambiente e grande emissão de poluentes, que causam efeito estufa, inversão térmica, ilhas de calor, etc.	
UFC4.25	• O planeta passa por mudanças climáticas naturais desde os primórdios. • Considero muito errado os pesquisadores afirmarem com tanta certeza que as ações antrópicas não são responsáveis pelas mudanças climáticas globais porque o homem estuda o clima há pouco tempo em relação ao tempo de existência do planeta.	

PERGUNTA 5

Na sua opinião, o tema mudanças climáticas se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como engenheiro ambiental? Se sim, de que forma?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFC5.01	• Necessidade da coleta mais eficaz de dados e elaboração de séries históricas mais confiáveis, que permitirão no futuro a resolução do embate sobre resfriamento e aquecimento e sobre a influência antrópica nas mudanças climáticas.	Mitigação de impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas
UFC5.02	• Sem a folha	
UFC5.03	• Sim, com a melhora do clima na cidade, através de planejamento urbano, aumentando as áreas verdes, por exemplo	Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos
UFC5.04	• Podemos contribuir nos estudos para identificar mudanças futuras • Atuar na prevenção e minimização dos impactos na vida humana • Criar condições e mecanismos de manter nossas atividades mesmo com as mudanças • Conscientização e educação ambiental para minimizar nossos impactos ambientais.	
UFC5.05	• Minimização de impactos naturais perante a sociedade • As mudanças atingem a população e devemos ‘procurar medidas para isso’, como reutilização de energia, água, construções adequadas e arborização para minimizar efeitos como aquecimento.	
UFC5.06	• Apesar de serem naturais, essas mudanças afetam o bem estar da população, por isso devemos ter conhecimentos nessa área para melhor atender as necessidades da sociedade quando os efeitos forem negativos.	
UFC5.07	• Nosso papel é tentar mitigar os problemas presentes no mundo. • Entender o porquê das mudanças é importante para tentar solucionar os problemas.	

UFC5.08	• Sim, porque as mudanças afetam alguns processos ambientais.	
UFC5.09	• Em cada projeto devemos considerar as mudanças climáticas para não ocorrer falhas devido à falta de conhecimento climático, já que o clima influencia as atividades econômicas e sociais.	
UFC5.10	• Sim, porque as mudanças no clima afetam áreas como solo, vegetação, drenagem, que são áreas de atuação do engenheiro ambiental.	
UFC5.11	• Devemos entender como as mudanças ocorrem para realizar previsões de como isso influenciará nossos projetos relacionados ao solo, água, ar, obras hidráulicas, etc.	
UFC5.12	• A função do engenheiro ambiental é encontrar medidas mitigadoras e resolver problemas, • Minimizar os efeitos do desenvolvimento sobre o meio ambiente, e a mudança climática altera fortemente o ambiente e consequentemente o homem	
UFC5.13	• A água e seu comportamento está relacionado ao tema, visto que ela pode alterar o clima regional e global.	
UFC5.14	• Pós-graduação e pesquisa • Trabalho em órgãos e empresas relacionadas com o tema, como o INPE, o IBGE e outros	
UFC5.15	• Gestão de modo sustentável, de forma que isso se relaciona ao tema.	
UFC5.16	• Compreender eventos que podem ocorrer em determinadas regiões, podendo fazer previsões de eventos posteriores. • Compreender a inter-relação entre eventos passados e os atuais.	
UFC5.17	• Em áreas que envolvam a participação de clima (projetos em áreas de alagamentos, de quantidade de chuvas, de poluição, tubulação)	
UFC5.18	• Projetos que visem a melhoria da qualidade de vida da população	
UFC5.19	• O tema se aplica a concepção, levantamento de dados de eventuais projetos	
UFC5.20	• Em branco	
UFC5.21	• Sim	
UFC5.22	• Devemos trabalhar visando a qualidade de vida da população; • Condições climatológicas e meteorológicas afetam nossa vida, como por ex. no uso de recursos hídricos, na agricultura e na geração de energia eólica ou solar.	
UFC5.23	• As mudanças climáticas acarretam mudanças na composição de gases poluentes na atmosfera, o que interfere nos processos de chuva, umidade e temperatura. Esses são fatores analisados em qualquer projeto. • Causam mudança também na composição do solo e da água	
UFC5.24	• Devo conhecer as relações clima e ambiente, entender como ocorrem para oferecer melhor qualidade de vida e saúde ao homem.	
UFC5.25	• Pode atuar no planejamento urbano (aumento da área verde, uso de material alternativo na construção de casas para aumentar ou diminuir a temperatura interior)	

2.6. HIDROLOGIA – UFTM

PERGUNTA 1		
Você acha que existem relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas? Explique.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFH1.01	Variações climáticas influenciam na disponibilidade de recursos hídricos	Mudanças climáticas alteram os processos do ciclo hidrológico: disponibilidade de recursos hídricos, precipitação, vazões, escoamento artificial
UFH1.02	Sim. Ex.: precipitação e o próprio ciclo hidrológico	
UFH1.03	- Estudo do comportamento pluviométrico e dados de evaporação - Mudanças climáticas muitas vezes alteram esses padrões, e assim causam alterações em obras de drenagem ou até mesmo estudo de planos diretores de bacias hidrográficas	
UFH1.04	As mudanças alteram o ciclo hidrológico todo.	
UFH1.05	De forma remota. Estudamos ciclo hidrológico, manejo de recursos hídricos, que influenciam reduzidamente essas mudanças	Os recursos hídricos/ciclo hidrológico influenciam o clima
UFH1.06	Sim. Ex.: ciclo da água, interferido diretamente pelo aquecimento global	
UFH1.07	Estudamos todos os processos do ciclo hidrológico, que influencia e regula o clima.	
UFH1.08	- O ciclo da água influencia nas mudanças climáticas do planeta, visto que o oceano tem grande participação nesse processo. - Temas estudados em Climatologia e Meteorologia são importantes para a Hidrologia	
UFH1.09	A radiação solar influencia no ciclo hidrológico (sendo sua força motriz)	
UFH1.10	Sim, pois influenciam diretamente o ciclo hidrológico	
UFH1.11	As mudanças influenciam nos climas, que regem a hidrologia do sistema	
UFH1.12	Alterações na temperatura, quantidade de chuvas, tem influência direta na disponibilidade de água	
UFH1.13	A hidrologia aborda temas que são consequências diretas ou indiretas da mudança climática (variação de temperatura e de umidade, etc.)	
UFH1.14	Não tantas como em Climatologia. Mas a água tem forte influencia no clima e na composição dos gases, sendo muitas vezes considerada a principal responsável por controlar o clima terrestre	
UFH1.15	Qualquer alteração climatológica deve gerar distúrbios no ciclo hidrológico	
UFH1.16	Eventos de mudanças climáticas influenciam no ciclo hidrológico	
UFH1.17	O uso e a poluição de corpos hídricos acabam afetando certos aspectos que podem vir a ocasionar mudanças climáticas	

UFH1.18	- Há semelhanças entre a matéria e o tema. - Ex.: Fenômeno El niño tem influencia no clima e pode afetar a incidência de chuvas, causando aumento de vazão e de escoamento superficial.	
UFH1.19	O ciclo hidrológico é afetado pelas mudanças climáticas.	
UFH1.20	O ciclo hidrológico global está relacionado com as mudanças climáticas	
UFH1.21	Os conteúdos abordados permitiu compreender fatores que influenciam a dinâmica do clima.	
UFH1.22	Foram abordados temas como o gerenciamento de recursos hídricos, que pode influenciar nas mudanças climáticas	
UFH1.23	Acarretam alteração no regime de chuvas, o que afeta os sistemas hidrológicos, como o balanço hídrico e vazões de cursos d'água.	
UFH1.24	O comportamento climático está relacionado ao ciclo hidrológico, que pode alterar a temperatura em determinado local pela retirada de energia térmica da atmosfera.	

PERGUNTA 2

O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFH2.01	Sim, de forma indireta.	Não
UFH2.02	Não foi abordado diretamente, apenas superficialmente	De forma indireta
UFH2.03	Não foi abordado, apenas indiretamente	
UFH2.04	Não	
UFH2.05	De maneira direta não	Abordou a relação entre as mudanças e temas tratados na disciplina
UFH2.06	Não foi abordado diretamente, apenas relações que ele apresenta com hidrologia	
UFH2.07	Não foi abordado	
UFH2.08	Não foi abordado	
UFH2.09	Não foi abordado, talvez houve alguma citação, porém, não na íntegra	
UFH2.10	Não foi abordado	
UFH2.11	Não foi abordado	
UFH2.12	Não foi abordado	
UFH2.13	Sim, 'não lembro exatamente, mas deve ter sido através de exemplos de processos que acarretam mudança de alguma variável hidrológica'	

UFH2.14	• Não foi abordado	
UFH2.15	• Não foi abordado	
UFH2.16	• Sim. • Consequências da mudança: por ex., estudo e conhecimento de eventos extremos que podem ser causados pela mudança climática. Tem grande importância no planejamento e estruturação do envolvimento de centros urbanos, visando prevenir e avaliar impactos negativos que possam ocorrer.	
UFH2.17	• Não foi abordado	
UFH2.18	• Foi abordado com relação a ocorrência de chuvas em diferentes estações	
UFH2.19	• Mostrou a relação entre as mudanças climáticas e o ciclo hidrológico	
UFH2.20	• Abordou somente como consequência de alguma ação ou reação de certos temas da disciplina	
UFH2.21	• Através do estudo dos fatores que influenciam as mudanças climáticas e as consequências da ocorrência de eventos extremos	
UFH2.22	• Foram apresentadas maneiras pelas quais a hidrologia influencia nas mudanças • O tema foi abordado como sendo importante e um dos desafios da Engenharia Ambiental	
UFH2.23	• Abordou como as mudanças climáticas afetam diretamente os recursos hídricos	
UFH2.24	• De forma indireta dentro do conteúdo da disciplina	

2.7. GEOLOGIA AMBIENTAL – UFTM

PERGUNTA 1		
Aponte as relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGA1.01	•Mudanças climáticas podem estar relacionadas com o intemperismo em determinada região	Interferência do clima nas rochas, através do intemperismo
UFGA1.02	•Erosões acontecem muito por causa das mudanças climáticas •O intemperismo das rochas é um fator influenciado pelo clima	
UFGA1.03	•O clima pode influenciar o comportamento dos fenômenos naturais na superfície terrestre •Observa-se em geologia ambiental que as ações antrópicas estão envolvidas no assunto	
UFGA1.04	•Mudanças climáticas podem causar alterações na estrutura das rochas, intemperismo •E podem contribuir para o “aumento” de desastres naturais	Estudo sobre mudanças climáticas através da geologia
UFGA1.05	•O clima interfere na geologia do local, através do intemperismo •Quando há fortes mudanças climáticas pode ocorrer movimentos de solos (deslizamentos, escorregamentos, entre outros)	
UFGA1.06	•A partir do estudo das mudanças e composições geológicas do planeta, podemos inferir quantidades de componentes na atmosfera e fazer ligações com as mudanças do clima ou não. Podendo assim obter bases para as teorias do aquecimento ou as contrárias. •Conhecer o clima e as mudanças que ocorreram ou que podem ocorrer e que poderão resultar em mudanças na composição do solo e da geomorfologia, ficando atento aos possíveis problemas que podem ser causados à população	
UFGA1.07	•Os estudos da disciplina muitas vezes são feitos através das mudanças climáticas, o que ocorre após e como ocorre, as catástrofes que ocorrem	Contribuição das mudanças climáticas para a ocorrência de desastres naturais
UFGA1.08	•O conhecimento de como a Terra funciona e reage as condições que as mudanças proporcionam	
UFGA1.09	•Aborda as relações entre os fenômenos naturais e a estrutura terrestre. •As mudanças climáticas influenciam a ocorrência desses fenômenos e suas consequências	
UFGA1.10	•As mudanças que ocorrem na dinâmica da Terra, na geologia e na geomorfologia afetam o clima da região ou do planeta. Ex.: existência de vulcões na região ou proximidade de oceanos	
UFGA1.11	•Através das mudanças climáticas ocorrem maior predisposição a eventos como deslizamentos, inundações, entre outros	
UFGA1.12	•Relação das mudanças com o padrão de intemperismo em um local •Uma mudança climática pode atingir um local onde ocorrerá um desastre natural, como os deslizamentos	
UFGA1.13	•As mudanças afetam a geologia e a geomorfologia da Terra: intensidade das chuvas pode afetar o intemperismo das rochas. •Muitos efeitos diretos ou indiretos, inclusive os desastres naturais	
UFGA1.14	•Levam ao aumento do intemperismo (entre outros fenômenos), que modificam a geologia ao longo dos milhares de anos	

UFGA1.15	• A disciplina trata sobre desastres naturais e a questão do aquecimento e resfriamento global, que estão diretamente ligados ao tema	
UFGA1.16	• Assim como o ciclo solar (principal agente das mudanças climáticas), há também os ciclos geológicos, que interferem nas mudanças.	
UFGA1.17	• As relações são os processos relacionados aos desastres naturais, porque as mudanças climáticas estão enquadradas nas causas desses desastres	
UFGA1.18	• Vários acontecimentos geológicos ocorrem devido à mudança do meio ambiente	
UFGA1.19	• Eventos extremos • Desastres naturais • Planejamento e gerenciamento de obras públicas	
UFGA1.20	• Dá subsídio para entendermos variáveis que influenciam na dinâmica no planeta, o que é necessário para entender as verdadeiras causas das mudanças climáticas	

PERGUNTA 2

O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGA2.01	• Mostrou as duas vertentes contrárias sobre as mudanças climáticas, • Instigou os alunos a terem posicionamento em relação à pesquisas na área	Abordou consequências das mudanças climáticas Abordou controvérsia científica
UFCGA2.02	• Mostrou como as mudanças climáticas afetam o ambiente e suas consequências	
UFGA2.03	• Deu aula sobre aquecimento global mostrando as diferentes vertentes desse polêmico tema.	
UFGA2.04	• Mostrou o que podem ocasionar. • Apontou as hipóteses defendidas por cada linha de pensamento (do aquecimento e do resfriamento global)	
UFGA2.05	• Sim, de forma indireta e oral. • Mostrou que provoca movimentos de solos e mudanças na composição química das rochas	
UFGA2.06	• Sim, de maneira ampla. • Apresentou teorias sobre a mudança climática global a fim de oferecer suporte aos alunos para que eles tirem suas conclusões e possam preferir ou não alguma teoria	
UFGA2.07	• Abordou as catástrofes brasileiras causadas pelas mudanças climáticas, o aquecimento global	
UFGA2.08	• Foram apresentados dois documentários: um a favor do aquecimento e outro contrário • Em todas as aulas, mesmo com tema diferente o professor relaciona o tema das mudanças climáticas com a aula	
UFGA2.09	• Foram mostrados documentários que explicaram a teoria do aquecimento global e a do resfriamento global	
UFGA2.10	• Mostrou dois vídeos: um defendendo a teoria do aquecimento global e outro a teoria do resfriamento. • Pediu para ler os artigos que ele enviou por e-mail	
UFGA2.11	• Apresentou vídeos • Mostrou a relação de mudanças climáticas e os desastres ecológicos que ocorrem	
UFGA2.12	• Promoveu discussões sobre o tema • Apresentou filmes e artigos	

UFGA2.13	• Sim.	
UFGA2.14	• Expôs o tema através de artigos e vídeos que defendem as duas visões. • Discussão entre a visão dos discentes	
UFGA2.15	• Não houve aula específica mas ao longo das aulas elas eram abordadas, fazendo referências a diversos temas dos desastres naturais. • Foi abordado na aula de aquecimento e resfriamento global	
UFGA2.16	• Foram passados vídeos que são contra e a favor do aquecimento global antrópico • Após os vídeos houve debate • Passou artigos para leitura	
UFGA2.17	• Sim, abordou na introdução da disciplina	
UFGA2.18	• Sim, através da discussão de artigos	
UFGA2.19	• Discutiu e apresentou casos de ocorrência de eventos extremos e desastres naturais • Leitura e análise de artigos relacionados	
UFGA2.20	• Abordou a partir do tema de desastres naturais, estudando a apostila de desastres naturais e sua relação com a geologia de cada lugar • Discussão das abordagens pró aquecimento global e contra aquecimento global	

PERGUNTA 4

**Como você entendeu a contribuição desta disciplina para a sua formação como engenheiro ambiental?
Em que você acha que ela irá te ajudar na sua profissão e por que é importante aprender geologia para ser um engenheiro ambiental?**

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGA4.01	• A disciplina mostrou como a mudança climática é capaz de influenciar na dinâmica da Terra. • O engenheiro ambiental deve mitigar possíveis problemas	Conhecimento sobre sistemas/processos naturais para o seu estudo e manejo
UFGA4.02	• Entendimento das relações naturais do planeta, • Entender suas consequências para a sociedade	
UFGA4.03	• Proporciona visão mais crítica sobre o tema • Auxilia a profissão quando do estudo dos recursos hídricos, já que interfere no ciclo hidrológico, e dos processos geológicos.	
UFGA4.04	• Contribui para o entendimento de processos relacionados ao ambiente e de que forma se pode amenizar determinados problemas	
UFGA4.05	• Para ser um engenheiro ambiental é necessário ter conhecimento sobre o tipo de solo de um local, para saber se é possível realizar construções locais.	
UFGA4.06	• Em vários pontos a geologia é essencial para estudos e projetos do engenheiro ambiental (Ex.: implantação de um aterro: conhecer o solo; locação de habitações: conhecer o solo para evitar desmoronamentos, deslizamentos)	
UFGA4.07	• Compreender os solos adequados para diferentes objetivos • Compreender o porquê das catástrofes no tipo de solo • Compreender as rochas e os minerais componentes das rochas	
UFGA4.08	• Com a Geologia é possível compreender vários “porquês” da Terra	
UFGA4.09	• Compreender os principais fenômenos que alteram e originam as estruturas geológicas • Pode servir como base para estudos ambientais (análise de viabilidade de	

	instalação de aterros, redes de abastecimento de água e esgoto, etc)	
UFGA4.10	• É preciso conhecer e entender todos os processos e fenômenos geológicos que ocorrem para realizar projetos e análises seguras e condizentes com a realidade	
UFGA4.11	• Tem-se uma noção maior dos fenômenos e do que está ocorrendo	
UFGA4.12	• Melhor compreensão dos desastres naturais e de diversos outros fenômenos	
UFGA4.13	• A disciplina nos ensina a importância dos desastres naturais	
UFGA4.14	• Ajudou a compreender como a ação antrópica intervém diretamente na geologia, que é campo de atuação para o engenheiro ambiental	
UFGA4.15	• Proporciona conhecimentos que poderão nos beneficiar na parte de ir a campo e saber identificar suas características, diagnosticar a construção de algum empreendimento no lugar.	
UFGA4.16	• Importante para “abrir a mente” sobre o assunto e não tratar o aquecimento antrópico como verdade absoluta. • Faz com que todo engenheiro ambiental tenha uma visão holística sobre o problema a ser tratado • Fornece conhecimentos sobre os ciclos naturais	
UFGA4.17	• O estudo das rochas, solos e processos geológicos estão intimamente ligados à resolução de problemas ambientais, como os desastres naturais	
UFGA4.18	• Importante porque aborda vários temas do nosso cotidiano	
UFGA4.19	• Visão crítica • Planejamento e gestão pública • Importância do controle de qualidade das águas subterrâneas	
UFGA4.20	• É a base para entender o comportamento da maioria das atividades desenvolvidas pelo engenheiro ambiental, como: mineração, obras de construção, contenção de deslizamentos de terra e enchentes, etc.	

PERGUNTA 5

Considerando seu aprendizado durante a disciplina, como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGA5.01	• As mudanças globais ocorrem por meio da dinâmica do ciclo do sol	Ocorrem devido a causas naturais
UFGA5.02	• Ainda não conclui a disciplina de climatologia para poder concluir mais profundamente algo.	
UFGA5.03	• Ocorrem devido ao ciclo do sol, assim como a presença dos oceanos podem interferir nos fenômenos	Ocorrem devido a causas naturais, com contribuição antrópica
UFGA5.04	• São fenômenos naturais, agravados, acelerados, de certa forma, pelo homem (ex.: efeito estufa)	
UFGA5.05	• Fenômenos naturais intensificados pela ação do homem. • Interferem no mundo todo (ex.: efeito estufa: natural, agravado pelas ações negativas do homem)	
UFGA5.06	• As mudanças ocorrem mas não existe conclusão definitiva se suas causas são totalmente naturais ou não	

UFGA5.07	• Ocorrem ao longo do ano, conforme a posição terrestre	
UFGA5.08	• Obedecem a ciclos que ocorrem há vários anos na Terra	
UFGA5.09	• Este tema é bastante questionável, já que existem fatores que influenciam numa proporção muito maior o clima terrestre, como a atividade solar e os oceanos. • A contribuição de poluentes antrópicos se torna pequena perante às contribuições naturais de CO₂	
UFGA5.10	• Ocorrem por causa da dinâmica da Terra, com ciclos periódicos (ex.: ciclo do sol, em que a Terra passa por períodos frios e períodos quentes) além de muitos outros fenômenos que influenciam, como El niño e la niña, etc	
UFGA5.11	• Entendo que são fatores naturais que sofrem uma maximização pela antrópica	
UFGA5.12	• É uma área que necessita de muitos estudos para desvendar a ocorrência de fenômenos como el niño e la niña, além do fato de existir duas fontes de pesquisa.	
UFGA5.13	• É uma área que ainda tem vários divergentes e muitas coisas a serem declaradas	
UFCGA5.14	• Ocorrem, sendo mais visíveis a nível local. • A nível global muita pesquisa ainda deve ser feita • A Terra passa por ciclos	
UFGA5.15	• São de extrema importância para dinâmica do planeta e existência da vida na Terra. • Ocorrem em ciclos para manutenção do planeta e são indispensáveis para seu pleno funcionamento.	
UFGA5.16	• Ocorrem naturalmente, isso depende do ciclo solar	
UFGA5.17	• Entendo como um processo dinâmico do planeta que sempre aconteceu e sempre vai acontecer	
UFGA5.18	• Tanto pode ser causado pelo homem quanto pode ser natural	
UFGA5.19	• Importância de cada fator no contexto da dinâmica das mudanças climáticas	
UFGA5.20	• São uma consequência da dinâmica terrestre e das influências extraterrestres. • Pode ser que as ações antrópicas influenciem, porém, para que isso possa ser afirmado, são necessários mais estudos	

PERGUNTA 6

De que forma as geociências contribuem para a compreensão do tema das mudanças climáticas?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGA6.01	• Análise das mudanças que ocorreram no passado através dos estudos decorrentes da geomorfologia da Terra	Estudo do passado Melhor compreensão do tema: suas causas e efeitos
UFGA6.02	• Nos capacita a compreender o tema de uma forma diferente e mais plausível	
UFGA6.03	• A partir do que ocorre na Terra, dos processos atmosféricos que interferem na superfície entre outras atividades, é que podemos estudar e estimar o que pode ocorrer na Terra no futuro	
UFGA6.04	• Através das geociências pode ser observado como as mudanças ocorrem, de que forma afetam o ambiente	

UFGA6.05	• Através das geociências é possível saber onde as mudanças climáticas mais afetam e assim encontrar meios que minimizem os impactos provocados por elas	Compreensão sobre os processos naturais
UFGA6.06	• Sem esses estudos não entendemos os mecanismos do clima	
UFGA6.07	• Como e porque as mudanças acontecem	
UFGA6.08	• Com as geociências é possível relacionar todas as funções e compreender as relações da natureza	
UFGA6.09	• Permitem o estudo da dinâmica terrestre e dos fatores que a influenciam	
UFGA6.10	• Através dos estudos avançados pelas geociências se pode descobrir o que ocorreu no passado em relação a mudanças climáticas, entender as condições atuais e prever, através desses fenômenos geológicos e geomorfológicos as mudanças futuras	
UFGA6.11	• Observando-se como é o comportamento dos fenômenos e como é a influência das mudanças que estão ocorrendo	
UFGA6.12	• Contribui como uma forma de entender onde e como estes processos relacionados às mudanças climáticas ocorrem	
UFGA6.13	• Contribui de maneira a facilitar a compreensão de onde esses eventos ocorrem, e descreve-los	
UFGA6.14	• Contribui porque é um estudo que trabalha os assuntos na visão holística e não reducionista.	
UFGA6.15	• Complementam e enriquecem o tema	
UFGA6.16	• Porque são os ciclos naturais estudados pelas geociências os principais causadores das mudanças climáticas	
UFGA6.17	• Através dos estudos das geociências é possível acompanhar essas mudanças	
UFGA6.18	• Contribui porque é a base para a compreensão da dinâmica da Terra	
UFGA6.19	• Nas inter-relações existentes e na convergência dos temas	
UFGA6.20	• As geociências são uma das bases para entender a geodinâmica do planeta	

2.8. QUÍMICA AMBIENTAL

PERGUNTA 1		
Você acha que existem relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas. Explique.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFQ1.01	•A disciplina estuda de forma detalhada a atmosfera, hidrosfera e troposfera. •Estuda a influência de gases, agrotóxicos, fontes de energia, etc., observando causa e efeito, e dentro deste se encontram as mudanças climáticas	A disciplina aborda aspectos/conceitos que auxiliam na compreensão e na mitigação das mudanças climáticas
UFQ1.02	•Abordou tópicos como efeito estufa, aquecimento global, gases, etc.	
UFQ1.03	•Estudamos o ciclo hidrológico, e como sua alteração pode afetar os ecossistemas	
UFQ1.04	•Os principais fatores responsáveis por mudanças climáticas estão relacionados com as atividades antrópicas no meio ambiente	
UFQ1.05	•A disciplina aborda a atmosfera e o solo, mostrando sua composição •Há muitos produtos e subprodutos de reações que são lançadas na atmosfera, aumentando a concentração de certos gases (como CO₂ e CH₄), potencializando o efeito estufa •Há também a poluição dos solos, que interfere no crescimento das plantas, florestas e fertilidade	
UFQ1.06	•As mudanças afetam o meio ambiente e os seres vivos e a engenharia ambiental busca amenizar seus impactos	
UFQ1.07	•Um dos principais objetivos da disciplina é abordar as causas dessas mudanças e apresentar uma forma de reverter ou solucionar seus impactos negativos	
UFQ1.08	•Trata de assuntos debatidos em várias áreas de estudo do clima e das mudanças climáticas •Informa fatores que influenciam no processo e como melhorar ou prevenir tais fatores	
UFQ1.09	•A disciplina relaciona todas as reações que ocorrem entre gases, líquido e sólidos presentes no ambiente, os quais influenciam na mudança climática	
UFQ1.10	•A partir do conhecimento mais aprofundado sobre as reações químicas e a relação e consequências delas no ambiente é possível remediar o que é prejudicial a longo e curto prazo	
UFQ1.11	•Os temas abordados na disciplina fazem entender o porquê, como ocorre, qual o problema e as opções para soluçona-lo,	
PERGUNTA 2		
O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de

		Sentido
UFQ2.01	• Estudamos como o efeito estufa e a camada de ozônio se comportam com a emissão de gases • Vamos estudar tipos e fontes de energia (renováveis e não renováveis) e o que elas causam no meio ambiente	Abordagem dos conceitos de efeito estufa, camada de ozônio, composição da atmosfera, ciclo hidrológico, inversão térmica e impactos da atividade antrópica
UFQ2.02	• O professor demonstra os problemas a serem resolvidos e as possíveis soluções • Conhecemos como os fatos estão ocorrendo e as fontes que auxiliam para tais mudanças	
UFQ2.03	• Nos estudos do ciclo hidrológico e da composição da atmosfera • Aprofundou a teoria de formação da camada de ozônio e os elementos agravantes na sua constituição	
UFQ2.04	• Abordado de maneira geral • Mostrou com mais ênfase os fenômenos da inversão térmica, efeito estufa, smog químico, apresentando as reações pertinentes a cada fenômeno e a solução para cada um deles	
UFQ2.05	• Mostrou as mudanças climáticas naturais e com interferência do homem: como pode acontecer e porque acontece	
UFQ2.06	• No estudo da troposfera, mesosfera, estratosfera, termosfera • Como o efeito estufa, inversão térmica, entre outros, ocorrem	
UFQ2.07	• Na parte de química da atmosfera explicou o efeito estufa e sua intensificação pela emissão de gases poluentes, acarretando o aquecimento global.	
UFQ2.08	• Explicou as principais reações que ocorrem na atmosfera, envolvendo só o que pode causar essas mudanças climáticas, como também fatores de radiação • Abordou temas como smog fotoquímico, efeito estufa, inversão térmica, etc.	
UFQ2.09	• O aumento da produção do CO₂ aumenta o efeito estufa, aumentando a temperatura da Terra • A liberação de CFCs destrói a camada de ozônio, acarretando também em mudança climática • Abordou várias vezes depois: na utilização de agrotóxicos, derramamento de metais pesados em águas e outros exemplos que acarretam em mudança climática	
UFQ2.10	• O tema foi abordado com demonstração das reações químicas e seus resultados nas camadas da atmosfera	
UFQ2.11	• Mostrou o porquê dessas mudanças climáticas, o que influencia. • Tentou dar exemplos do cotidiano e como o clima os influencia • Mostrou, a partir das poluições, como a natureza influencia e como a tecnologia tenta ajudar, porém sempre poluindo e assim alterando o clima.	

PERGUNTA 4

Na sua opinião, o tema “Mudanças Climáticas” se relaciona de alguma forma com as atividades que você poderá desenvolver como Engenheiro Ambiental? Se sim, de que forma?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFQ4.01	• Em empresa/indústria: Certificar se o filtro está operando adequadamente; analisar se a empresa está emitindo alguma substância não permitida que danifique (por oxidação, por ex.) o filtro • Desenvolvimento de gases resfriadores • Desenvolvimento de combustíveis mais eficientes	Desenvolver medidas de mitigação e adaptação às

UFQ4.02	• Sim. Exemplos: análise de qualidade do ar e causadores de poluição. • No campo de mudanças climáticas globais o engenheiro ambiental é de extrema importância	mudanças Aplicação do conhecimento sobre o clima em projetos
UFQ4.03	• Sim, pois somos formados para minimizar impactos sofridos pelos vários ecossistemas	
UFQ4.04	• Sim, pois as mudanças climáticas alteram a dinâmica do meio	
UFQ4.05	• Executando diagnósticos de problemas climáticos em cidades, empresas, regiões • Executando projetos, gestão e tecnologias alternativas para a solução	
UFQ4.06	• Prevenindo impactos ambientais: • Planejamento sanitário • Estudo sobre biocombustíveis	
UFQ4.07	• Elaboração de medidas para solucionar os efeitos negativos causados pelas mudanças no meio e na vida do ser humano	
UFQ4.08	• Sim, pois o tema se insere na Química do ar, uma das 'essências' do engenheiro ambiental	
UFQ4.09	• Controle da emissão de CO₂: O engenheiro ambiental terá que ter conhecimento sobre as mudanças climáticas que podem ocorrer com a emissão demasiada.	
UFQ4.10	• Sim, porque acredito que as atividades humanas acentuam essa mudança	
UFQ4.11	• Não podemos desconsiderar o clima nos estudos do meio	

PERGUNTA 5

Como você entende as mudanças climáticas globais (se ocorrem, como ocorrem, por que ocorrem, etc.)?

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFQ5.01	• Mudanças climáticas globais estão relacionadas à ação de todos os países do mundo (emissão de gases, desmatamento, etc)	Um fenômeno causado pela ação humana Um fenômeno que ocorre naturalmente, mas é acelerado pela ação antrópica
UFQ5.02	• As fontes poluidoras têm papel fundamental para essas mudanças, seja pelas indústrias que liberam partículas que modificam a atmosfera, seja pela combustão dos automóveis. • Essa poluição destrói a camada de ozônio, intensifica o efeito estufa, causa derretimento das geleiras, etc.	
UFQ5.03	• As causas não são estritamente 'antropológicas', e sim uma mudança que ocorre de tempos em tempos naturalmente. • Entretanto nossa contribuição pode acelerar o processo	
UFQ5.04	• Ocorrem principalmente em virtude das atividades humanas, principalmente pela emissão de gases poluentes. • Essas mudanças se intensificam cada vez mais devido ao avanço e à necessidade da modernidade	
UFQ5.05	• Acredito que existem fatores da dinâmica externa e interna do planeta que acarretam mudanças climáticas sem a interferência do homem • Mas a emissão de gases e poluição dos recursos naturais pode acelerar esse processo natural	
UFQ5.06	• Podem ser naturais ou acelerada pela ação humana. • O planeta tem ciclos climáticos que não podem ser remediados ou prevenidos, são naturais. • O efeito estufa é natural, mas é agravado pelas queimadas, combustão incompleta	

	de carros, etc.	
UFQ5.07	• O planeta está sujeito a sofrer mudanças climáticas naturalmente em um longo período de tempo. • O problema é a rapidez com que têm ocorrido, devido às ações antrópicas (desmatamento, utilização de combustíveis fósseis, destruição da camada de ozônio, uso intenso do solo)	
UFQ5.08	• ‘Algumas’ mudanças climáticas sempre ocorreram de forma natural • Ações antrópicas estão acelerando ou acentuando algumas dessas mudanças	
UFQ5.09	• Podem ocorrer devido a vários fatores. Exemplo: • Emissão de gases que absorvem a radiação, e de gases que destroem a camada de ozônio • Desmatamento, porque as árvores ajudam a absorver CO₂ • Poluição das águas e mares, que influencia na morte de indivíduos fotossintetizantes • Causadas pelo excesso ou falta de algum elemento, muitas vezes devido às atividades antrópicas	
UFQ5.10	• Entendo como sendo tanto um processo geológico natural como um processo resultante das atividades humanas. • A poluição e o desmatamento em cada país são tão intensos quanto (o processo natural).	
UFQ5.11	• Ocorrem normalmente mas estão acontecendo de forma mais intensa devido ao efeito estufa, poluição e falta ‘ (ou má vontade) ’ da educação ambiental.	

2.9. GEOLOGIA GERAL

PERGUNTA 1		
Você acha que existem relações entre esta disciplina e o tema das mudanças climáticas?		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGG1.01	• O clima influencia no ciclo das rochas	Estudo do passado
UFGG1.02	• Há relação uma vez que muitas mudanças geológicas tiveram origem através da interferência humana na natureza e no clima	
UFGG 1.03	• O intemperismo pode afetar o clima de uma região, por determinado período de tempo • Erupções vulcânicas podem afetar o solo e consequentemente o clima • Mudanças climáticas podem aquecer os oceanos matando alguns organismos	Compreensão sobre os processos naturais/geológicos
UFGG 1.04	• A geologia explica o ciclo do carbono	
UFGG 1.05	• O clima influencia no intemperismo das estruturas geológicas • Aumento da temperatura gerado pela liberação de CO ₂ em atividades vulcânicas de larga escala	
UFGG1.06	• Alguns processos geológicos alteram o clima do planeta	Melhor compreensão do tema: suas causas e efeitos
UFGG1.07	• Com a mudança do clima, as reações que a Terra sofre (decomposição, desagregação) podem ser mais ou menos intensas	
UFGG1.08	• Estuda os fenômenos naturais que influenciam nas mudanças climáticas	
UFGG1.09	• As mudanças climáticas já ocorreram no passado, sendo um ciclo. A geologia é a principal ferramenta de estudo para isso	
UFGG1.10	• Processos geológicos podem interferir na dinâmica climática do planeta	
UFGG1.11	• A geologia global e seus processos geológicos afetam profundamente as mudanças climáticas	
UFGG1.12	• Com o estudo das rochas sedimentares, é possível saber como foi o clima no passado	
UFGG1.13	• Confundiu com geologia ambiental • Estudo da modificação das estruturas geológicas ao longo do tempo, incluindo a modificação causada pelo homem • A forma como o aquecimento global influencia no clima e na forma de vida está interligado com a geologia do planeta	
UFGG1.14	• Através de estudos geológicos podemos analisar todo o ciclo terrestre e chegar a conclusões.	
UFGG1.15	• Estudamos o ciclo hidrológico e o ciclo das rochas e como o vulcanismo pode afetar o clima do planeta	
UFGG1.16	• A disciplina aborda mudanças climáticas causadas por processos naturais e pela ação do homem.	

UFGG1.17	• Estudo o tempo geológico e as mudanças ocorridas ao longo dele	
UFGG1.18	• Para saber como “caminhar” para o futuro precisamos levar em conta o passado, e a geologia faz este estudo	
UFGG1.19	• As mudanças climáticas são consequências ou fatores que influenciam a formação geológica	
UFGG1.20	• Estuda a dinâmica geológica e os eventos naturais, relatando o porquê as mudanças ocorrem e suas interferências	
UFGG1.21	• Através das mudanças da tectônica do planeta ocorre a mudança climática na atmosfera	
UFGG1.22	• Estuda o clima presente em épocas do passado, o que podemos relacionar com as alterações do presente	
UFGG1.23	A disciplina possui relação direta com o tema	
UFGG1.24	• A disciplina estuda a história do planeta, as eras e períodos e os eventos ambientais • Se baseia em um estudo do clima também para entendê-los.	
UFGG1.25	• As mudanças climáticas podem influenciar o ambiente, o intemperismo, etc.	
UFGG1.26	• Estudamos temas relacionados, como o ciclo do carbono e o efeito estufa	
UFGG1.27	• Existem tópicos na disciplina voltados para o tema	
UFGG1.28	• Estuda o planeta e suas mudanças, incluindo as mudanças climáticas	
UFGG1.29	• O planeta é um sistema, portanto tudo influencia. • Estudo das tectônicas globais e recursos minerais	
UFGG1.30	• Analisa tipos de rochas e as modificações que essas exercem no ambiente, e como um todo, no mundo	
UFGG1.31	• As mudanças climáticas estão relacionadas com as mudanças geológicas e suas consequências	
UFGG1.32	• Ligação forte sobre o que ocorre com as rochas devido a alterações no clima	
UFGG1.33	• Sim, porque a matéria aborda o solo, as rochas e sua interação	
UFGG1.34	• A geologia estuda a dinâmica interna e externa da Terra, então sua compreensão leva a melhor entendimento do clima, relevo, etc.	
UFGG1.35	• Sim, pois aprendemos a relação entre rochas e períodos geológicos	
UFGG1.36	• O conteúdo visto em sala de aula está ligado com as mudanças climáticas, e muitos desses acontecimentos são explicados em aula	
UFGG1.37	• A geologia estuda as mudanças em geral que o planeta sofreu, e muitas dessas mudanças foram causadas por alterações no clima	
UFGG1.38	• Sim, estamos estudando esse tema para a prova	
UFGG1.39	• A geologia estuda todas as mudanças que ocorreram na evolução da Terra, o que aborda os climas	
UFGG1.40	• A partir do estudo da Terra podemos descobrir os motivos ao longo dos anos	
UFGG1.41	• As mudanças climáticas interferem no relevo, no solo e na geologia	
UFGG1.42	• A geologia também é responsável por explicar as mudanças meteorológicas e climáticas que ocorrem na atmosfera e biosfera	

PERGUNTA 2

O tema das mudanças climáticas foi abordado pelo professor durante as aulas desta disciplina? Descreva como ele abordou.

RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGG2.01	Falou sobre origem da vida e como o clima influenciou	Processos Geológicos
UFGG2.02	Mostrou como as mudanças climáticas interferem em diversas formações geológicas	Tempo Geológico
UFGG2.03	Abordou com exemplos que acontecem, contextualizando a matéria	
UFGG2.04	- Fez uma análise crítica nos incitando a fazer questionamentos. - Utilizou livros didáticos - Vídeo sobre a extinção no Permiano	Causas das mudanças climáticas
UFGG2.05	Tratando que o aquecimento global mais intenso se deve às ações antrópicas ou naturais, trazendo a opinião de diversos cientistas	
UFGG2.06	Falou do ciclo da água e das rochas e chuva ácida	Relação com a vida terrestre
UFGG2.07	Falou sobre o intemperismo e erosão, a sustentabilidade (no qual abordou os problemas de desastres naturais devido ao aumento da população)	
UFGG2.08	Abordou através da evolução da atmosfera e as grandes mudanças climáticas, como por exemplo, as eras glaciais	
UFGG2.09	Falou sobre fatores desconhecidos que podem influenciar nas mudanças climáticas	
UFGG2.10	- O aquecimento global pode vir a ser um evento em que o homem não possui participação. - O clima do planeta se altera naturalmente e pode ser isso o que está ocorrendo.	
UFGG2.11	Falou sobre a “fisiologia dos oceanos”, a diminuição do nível do mar das eras glaciais afetando as mudanças climáticas, etc	
UFGG2.12	Abordou relacionando o meio ambiente e o homem	
UFGG2.13	Abordou relacionando com a origem da vida; com períodos de extinção (como o período permiano) da vida no planeta.	
UFGG2.14	Tratou os conceitos de sustentabilidade e interação entre o homem e a Terra, demonstrando a geociência no século XXI	
UFGG2.15	- Falou sobre o tempo geológico e como a vida se desenvolveu a milhões de anos e como houve mudanças de espécies. - Tudo isso pode ser ligado às mudanças climáticas	
UFGG2.16	Falou sobre glaciações e as mudanças acarretadas; grandes erupções vulcânicas que ocorreram.	
UFGG2.17	Explicou como se deu o “aumento do clima” no planeta desde a “era” permiana, quando quase todas as espécies de animais marinhos e terrestres foram extintas	
UFGG2.18	- Abordou no tema “homem e o meio ambiente”, mostrando o papel da geociência no século XXI. - Explicou a história da sustentabilidade - Explicou o quanto o clima e as características ambientais mudaram no decorrer do tempo	

UFGG2.19	• Falou dos fatores que influenciam, que causam e das consequências	
UFGG2.20	• Estudamos o conceito de placas tectônicas, indispensável para o conhecimento de toda a dinâmica terrestre	
UFGG2.21	• Sim	
UFGG2.22	• Abordou as possíveis causas e as possíveis soluções para mitigar seus impactos	
UFGG2.23	• Discussões na sala de aula, apresentações em Power point e vídeos	
UFGG2.24	• Deu exemplos sobre intemperismo, erosão e aquecimento do planeta	
UFGG2.25	• Abordou de forma que o aluno adquirisse conhecimento sobre o clima e o ambiente em geral	
UFGG2.26	• Mostrou como os ciclos funcionam e exemplos que estão ocorrendo no cotidiano	
UFGG2.27	• Abordou os problemas climáticos no tema “meio ambiente e homem”	
UFGG2.28	• Relacionou as mudanças climáticas às mudanças ao longo do tempo geológico	
UFGG2.29	• Abordou os recursos minerais, pois as alterações climáticas são agravadas pela poluição e não gerenciamento dos recursos	
UFGG2.30	• Na relação entre o homem e o meio ambiente, as ações dos homens interferem no meio, provocando alterações climáticas	
UFGG2.31	• Sim, como consequência de acontecimentos geológicos	
UFGG2.32	• Sim, interligando com o estudo da Geologia	
UFGG2.33	• As causas das mudanças climáticas durante as eras passadas, as teorias, as consequências na formação dos solos	
UFGG2.34	• Não estudamos “muito a fundo”. Estudamos intemperismo, erosão, processos oceânicos, tempo geológico, e etc. • Será abordado em Geologia Ambiental	
UFGG2.35	• Relacionando o aquecimento global em outras épocas geológicas e sua influência na vida terrestre	
UFGG2.36	• Deu exemplos das mudanças que ocorrem no mundo, enfatizando como ocorre e por que ocorre, e o que pode causar no futuro	
UFGG2.37	• Na parte de tempo geológico, na explicação sobre as mudanças das eras	
UFGG2.38	• Abordou explicando detalhadamente em slides	
UFGG2.39	• Foi abordado de forma que analisamos o clima e suas consequências na Terra	
UFGG2.40	• Abordou baseando-se no tempo geológico	
UFGG2.41	• Razoavelmente, relatou exemplos onde o clima interfere na geologia do local	
UFGG2.42	• “Misturou” o conteúdo com explicações do que já ocorreu e do que ocorre no nosso dia a dia	

PERGUNTA 4

Escreva algumas considerações sobre as mudanças climáticas globais que ocorreram ao longo do tempo

geológico.		
RESPOSTAS	ETAPAS DA ANÁLISE	
	Unitarização – Unidades de Sentido	Categorização das Unidades de Sentido
UFGG4.01	Influenciaram na origem da vida	Relação da vida/extinções com as mudanças climáticas
UFGG4.02	Em branco	
UFGG4.03	As principais são as mudanças mais bruscas de temperatura, como a glaciação ou um grande aquecimento causando morte de espécies.	
UFGG4.04	No tempo geológico houve muitas alterações no clima	Comparação com a mudança atual
UFGG4.05	No Permiano houve uma grande extinção em massa. A maior hipótese é a de que houve uma grande erupção vulcânica na Sibéria, que liberou grandes quantidades de CO₂, enxofre, levando a um inverno de frio rigoroso seguido de um aumento de 5° C na temperatura	
UFGG4.06	- No período Permiano ocorreram processos como erupções vulcânicas na Sibéria. Aumento na temperatura, causando a dissolução de metano congelado nos oceanos. - Meteoritos e excesso de fuligem na atmosfera podem ter mudado consideravelmente o clima no planeta	Causas e efeitos das mudanças ao longo do Tempo Geológico
UFGG4.07	As mudanças climáticas ocorreram ao longo do tempo devido a algumas alterações geológicas	
UFGG4.08	Com o estudo do tempo geológico é possível entender os fenômenos naturais que aconteceram a milhões de anos e comparar com a evolução moderna	
UFGG4.09	É um ciclo	
UFGG4.10	- O clima é dinâmico, altera-se ao longo do tempo. - O homem pode vir a acentuar um evento em andamento, mas não creio que possa inicia-lo.	
UFGG4.11	- Dando o exemplo trabalhado em sala: na última era glacial os oceanos baixaram 160 m. - Essas mudanças afetam o clima e consequentemente geram alterações na umidade relativa e na pluviosidade	
UFGG4.12	- As várias mudanças climáticas ocorridas são conhecidas por métodos de datação de rochas sedimentares - Como erupções vulcânicas alteraram a composição do ar atmosférico, alterando o clima - Consequências de meteoros, alterando a radiação absorvida, resfriando o planeta	
UFGG4.13	Mudanças climáticas estão relacionadas com a extinção em alguns períodos, como a extinção em massa do permiano e a extinção dos dinossauros	
UFGG4.14	Ao longo do tempo geológico houve diversas alterações climáticas devido à mudança cíclica do planeta e à alterações geológicas, como erupções vulcânicas.	
UFGG4.15	Aumento da temperatura global, surgimento de novas vidas e desaparecimento de outras, aumento do nível do mar, entre outras.	
UFGG4.16	Erupções vulcânicas de grande intensidade, glaciações, etc.	

UFGG4.17	• Na era permiana houve aumento de 10°C na temperatura, extinguindo animais. • Desde a época da glaciação ocorreu derretimento das calotas polares, acumulando água nos oceanos e aumento da temperatura consequentemente.	
UFGG4.18	• Exemplo dessas alterações: diminuição dos oceanos • Essa mudança afeta a umidade, pluviosidade e influencia o intemperismo químico	
UFGG4.19	• Tudo está interligado, o clima muda enquanto passa o tempo.	
UFGG4.20	• Ao longo do tempo, estão relacionadas às Eras Glaciais geológicas. • A Terra se resfria ou é aquecida, o que afeta toda a dinâmica atmosfera terrestre e suas relações com o meio biótico	
UFGG4.21	• Através das mudanças do tempo geológico ocorreram algumas variações climáticas que ocorreram com extinções em massa	
UFGG4.22	• Ocorreu a época das glaciações, em que parte do planeta ficou congelado • Teve a época extinção da vida da Terra, devido ao magma oriundo dos vulcões, aqueceram 5°C da temperatura da Terra • Esse aumento aqueceu a água, liberando C devido ao metano presente na água, que aqueceu 5°C causando a extinção da vida na Terra	
UFGG4.23	• Afetam diretamente todas as espécies do globo terrestre, extinguindo algumas	
UFGG4.24	• Durante o tempo geológico houve a extinção do permiano, causando um grande resfriamento e logo depois a formação do carbono 12 com o derretimento do metano • Na “era” cretácea houve um grande aquecimento, causando a extinção dos dinossauros • E assim por diante, até o aquecimento global nos dias de hoje	
UFGG4.25	• As mudanças climáticas intensificaram-se ao longo do tempo geológico. Pode-se citar exemplos de glaciações e de calor extremo	
UFGG4.26	• O aumento da temperatura irá facilitar o degelo das geleiras. • O nível do mar irá subir, trazendo problemas para cidades costeiras	
UFGG4.27	• Durante todo o tempo geológico houve várias mudanças climáticas, como eras glaciais e era de calor extremo. • Isso nos mostra que o clima do planeta está sempre mudando	
UFGG4.28	• As mudanças climáticas ocorrem devagar no tempo geológico	
UFGG4.29	• Estamos no meio de uma fase de transição durante o tempo geológico • Após o fim dessa transição, chegaremos a uma nova era do gelo (“Só não sei quando”)	
UFGG4.30	• Aquecimento global, efeito estufa, desmatamento, etc.	
UFGG4.31	• Várias mudanças ocorreram ao longo do tempo geológico • Talvez a mais importante seja o aumento da temperatura da Terra que foi ocasionado por vários fatores, sendo que alguns geológicos.	
UFGG4.32	• Ao longo do tempo geológico, as mudanças climáticas se alteraram mais lentamente do que as rochas • Com o aumento da temperatura o ambiente sofrera mudanças negativas	
UFGG4.33	• Ao longo do tempo geológico as mudanças climáticas têm seu fator único, como na observação, no caso do Carbono 12, que ajudou alguns geólogos a descobrir e determinar a teoria de quando houve a extinção da “era” permiana.	
UFGG4.34	• Em diversos tempos geológicos ocorreram alterações da temperatura da Terra, como glaciações, aumento da temperatura permiana e etc.	
UFGG4.35	• As mudanças climáticas ocorrem de forma natural • Isso é evidenciado através de fósseis de períodos distintos, baseados em teorias sobre extinções de cada período	
UFGG4.36	• Uma mudança que foi estudada foi o aquecimento do planeta ao longo dos anos, • Alguns autores dizem que isso ocorre devido à ação do homem, e outros dizem que	

	é um ciclo pelo qual o planeta passa	
UFGG4.37	• As principais mudanças que ocorreram foram devido ao abaixamento e elevação da temperatura, causando eras de glaciação ou aumento de 10°C, por exemplo.	
UFGG4.38	• Glaciações, calotas polares, etc.	
UFGG4.39	• Ao longo do tempo geológico as mudanças climáticas determinaram a evolução ou a decadência de seres vivos	
UFGG4.40	• Para que ocorresse a extinção dos seres no período permiano a temperatura foi elevada. • Logo depois, a Terra foi esfriando novamente, para que fosse possível a vida novamente • O aquecimento global ocorre devido a vários fatores, um deles é a emissão de gases de efeito estufa (CO e CO₂)	
UFGG4.41	• Através das mudanças climáticas ocorrem as maiores mudanças e oscilações na geologia terrestre	
UFGG4.42	• As principais mudanças climáticas que ocorreram foram o período da glaciação, o aumento da temperatura e a formação da crosta terrestre.	