

PROJETO PEDAGÓGICO

BACHARELADO EM METEOROLOGIA

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS - IAG/USP

1. Objetivo

A Meteorologia é a ciência que estuda a atmosfera terrestre e seus fenômenos. Um importante setor da Meteorologia é o estudo da evolução dos sistemas atmosféricos que definem o tempo e o clima de cada região. Um dos fatores atraentes na Meteorologia é sua aplicação aos estudos de impactos ambientais e suas inter-relações com as atividades humanas.

Conhecimentos físicos associados à termodinâmica da atmosfera são diretamente aplicáveis ao entendimento da formação e do desenvolvimento das nuvens e da precipitação. A física da radiação é essencial para a compreensão das estruturas térmicas da atmosfera, do balanço energético do planeta e o estabelecimento de métodos para observação e medidas dos fenômenos atmosféricos. Os princípios da mecânica dos fluidos são estudados, visando ao entendimento da cinemática e da dinâmica dos sistemas meteorológicos. Todos esses processos são diagnosticados via ampla utilização de técnicas computacionais. A Meteorologia estuda problemas fascinantes como o entendimento dos processos de dispersão de poluentes, a química dos processos atmosféricos ligados à produção antrópica de gases e particulados e a rápida ocorrência de tempestades e ventos fortes, bem como o diagnóstico dos impactos local e remoto de anomalias climáticas, fundamental para a previsão climática sazonal. A aplicação desses conhecimentos é de grande importância social. Com isso, a formação científica nessas áreas é fundamental para o entendimento dos processos ambientais em níveis local, regional e global.

Dessa forma, o objetivo do curso de Bacharelado em Meteorologia é formar um bacharel com sólida base científica e profissional nas áreas descritas anteriormente, além de capacidade para desenvolver novas tecnologias de observação e métodos conceituais e de previsão. Com esta formação esperada ao concluir o curso, o egresso terá possibilidade de gerar, analisar e interpretar produtos meteorológicos para aplicação nos diversos ramos da Ciência em função das demandas sociais, com visão crítica, criativa, ética e humanística.

2. Perfil Desejado para o Egresso

Do ponto de vista legal, a profissão de Meteorologista no Brasil, regulamentada pela Lei Federal Nº 6835, de 14 de outubro de 1980, estabelece que o meteorologista tem as seguintes atribuições profissionais: dirigir órgãos e serviços de Meteorologia em entidade pública e privada; pesquisar, planejar e dirigir a aplicação da meteorologia nos diversos campos de sua utilização; julgar e decidir sobre tarefas científicas e operacionais de meteorologia; executar previsões meteorológicas; dirigir, orientar e controlar projetos científicos em meteorologia; criar, renovar, desenvolver e introduzir técnicas, métodos e instrumental em trabalhos de meteorologia; pesquisar e avaliar recursos naturais da atmosfera, além de avaliar as modificações artificiais das características do tempo.

Dessa forma, o meteorologista deve ser o profissional capaz de observar, analisar e interpretar os diferentes fenômenos atmosféricos e suas implicações para as diversas atividades humanas. Nesse contexto, é preciso considerar o contínuo avanço tecnológico na área observacional e de processamento da informação meteorológica, as quais impõem uma constante evolução nas ferramentas e na infraestrutura de trabalho na área de Meteorologia e demandam uma constante evolução do conhecimento científico e tecnológico do meteorologista. A formação do meteorologista deve contemplar uma sólida base em Física, Matemática e Computação Científica,

associada a um ciclo profissionalizante que o capacite para uma constante assimilação de novos conceitos e técnicas.

Conseqüentemente, o aluno de graduação em Meteorologia deve apresentar bastante afinidade com as áreas de Física, Matemática e Computação Científica, uma vez que estas constituem o conjunto básico de ferramentas necessárias à compreensão dos fenômenos meteorológicos. Além disso, o aluno deve estar motivado a efetuar trabalho de campo e ter disponibilidade para estar em constante processo de aprendizado, tendo em vista o acima mencionado dinamismo na introdução de novas técnicas de observação, análise e de previsão dos fenômenos meteorológicos e climáticos.

Com isso, espera-se que o egresso seja um profissional com uma base científica adequada para contribuir, através do conhecimento adquirido no curso, para o desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade brasileira e, dessa forma, com capacidade de exercer plenamente a profissão de meteorologista.

3. Formas de Ingresso, Duração, Regime de Matrícula e Turnos de Funcionamento do Curso

O curso de Bacharelado em Meteorologia da Universidade de São Paulo é oferecido pelo Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) e tem uma duração ideal de 5 anos (10 semestres), podendo também ser cursado por um tempo mínimo de 4 anos (oito semestres) e num tempo máximo de 15 semestres. Atualmente, o principal acesso continua sendo por meio do vestibular da FUVEST, através da Carreira 790, que oferece, além do curso de Bacharelado em Meteorologia, os cursos de Bacharelado em Física, Física Computacional, Estatística, Matemática, Matemática Aplicada, Matemática Aplicada e Computacional, Geofísica e Astronomia. São oferecidas 30

vagas por ano, sendo no mínimo 3 vagas (10% do total) para ingresso pelo Sistema de Seleção Unificada (SiSU) do Governo Federal, destinadas a candidatos participantes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), e o restante para ingresso pelo vestibular da FUVEST.

As disciplinas do curso são oferecidas no período diurno (manhã e tarde) e o regime de matrícula é semestral, no qual o aluno é obrigado a se matricular em cada semestre num número mínimo de 12 créditos¹. Para adquirir os créditos em cada disciplina matriculada, o aluno deve ter uma nota final igual ou superior a 5,0 (escala de 0,0 a 10,0) e uma frequência mínima de 70% nas aulas.

4. Estrutura do Curso

A estrutura curricular do curso pode ser dividida em duas etapas: um ciclo básico de dois anos e um ciclo profissionalizante de três anos. O ciclo básico cursado nos dois anos iniciais fundamenta-se em disciplinas de física (tanto teórica quanto experimental), cálculo diferencial e integral, vetores e geometria analítica, álgebra linear e computação, as quais são cursadas juntamente com os alunos da Geofísica e da Astronomia, além dos alunos do Instituto de Física, no caso das disciplinas de Física. Nesse período, disciplinas introdutórias às ciências atmosféricas complementam a base necessária para a sequência do curso. O ciclo profissionalizante é constituído majoritariamente pelas disciplinas específicas da meteorologia, oferecidas pelo Departamento de Ciências Atmosféricas. Nesse ciclo são contempladas as seguintes grandes áreas da Meteorologia: previsão de tempo e clima, física e dinâmica da atmosfera, instrumentação meteorológica e meio ambiente, nas quais são consideradas as evoluções científicas e tecnológicas nas áreas observacionais e de processamento das informações meteorológicas, permitindo ao meteorologista uma constante evolução

¹ Uma unidade de crédito corresponde a uma hora-aula semanal.

profissional no âmbito científico e tecnológico em uma área de grande importância estratégica para o desenvolvimento do Brasil. A maioria das disciplinas do ciclo profissionalizante é constituída de uma parte teórica e outra prática, evidenciando a importância dos conhecimentos adquiridos nos primeiros anos do curso, bem como proporcionando a aplicação de fato dos mesmos.

O curso contempla uma carga horária total de 4065 horas, sendo 3855 horas referentes a 45 disciplinas obrigatórias (sendo 23 delas de responsabilidade do Departamento de Ciências Atmosféricas do IAG, incluindo a disciplina referente ao estágio curricular obrigatório, cuja carga horária é de 75 horas), 180 horas referentes às disciplinas optativas eletivas - do próprio departamento e também de outros departamentos e unidades da USP - a serem escolhidas pelo aluno, e 30 horas referentes às Atividades Acadêmicas Complementares (AAC).

5. Trabalho de Conclusão de Curso

O ciclo profissionalizante do curso de Bacharelado em Meteorologia do IAG/USP também contempla o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), oferecido no último ano do curso e dividido em duas disciplinas (TCC I e TCC II) com 2 créditos aula e oito créditos-trabalho cada uma, resultando, portanto, em uma carga horária total do TCC de 540 horas, correspondendo a quase 15% da carga horária total do curso. O TCC I visa proporcionar ao aluno a oportunidade de desenvolver um trabalho de síntese e integralização dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso através da elaboração e desenvolvendo de um projeto de trabalho de conclusão de curso, no qual são aplicadas técnicas de metodologia científica. Já o TCC II foca na conclusão do trabalho, bem como na descrição e discussão do mesmo na forma de monografia. O TCC é obrigatório para os alunos ingressantes a partir do ano de 2011, e sua inclusão na estrutura curricular visou atender às Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Meteorologia aprovadas em 2008 pelo Ministério da Educação e Cultura do Governo

Federal. As diretrizes e o regulamento completo do Trabalho de Conclusão de Curso constam na matriz curricular do curso anexa a este projeto pedagógico.

6. Estágio Curricular

Com o intuito de complementar a formação do Bacharel em Meteorologia, proporcionando-lhe um contato direto com atividades inerentes à profissão do Meteorologista e, conseqüentemente, permitindo-lhe aplicar os conhecimentos teóricos em situações práticas do mercado de trabalho, outro item do ciclo profissionalizante do curso refere-se ao estágio curricular obrigatório. O estágio curricular obrigatório é constituído por uma disciplina obrigatória da estrutura curricular do curso para ingressantes a partir do ano de 2018, e possui uma carga horária de 75 horas. Para se matricular nesta disciplina, o aluno já deve ter sido aprovado nas seguintes disciplinas do ciclo profissionalizante do curso: Meteorologia Física I, Meteorologia Sinótica II e Meteorologia Dinâmica II. A supervisão das atividades do estágio curricular obrigatório caberá aos docentes responsáveis pela disciplina, que irão, dentre outras coisas, autorizar o início e homologar o término das atividades do estágio, orientar e acompanhar o aluno-estagiário, elaborar, juntamente com o supervisor imediato do estágio junto ao órgão/instituição/empresa concedente e o aluno, o plano de atividades do estágio a ser desenvolvido, além de fazer a avaliação final do aluno estagiário.

Assim como o Trabalho de Conclusão de Curso, o Estágio Curricular supervisionado é um item obrigatório nas estruturas curriculares dos cursos de Bacharelado em Meteorologia oferecidos por instituições de ensino superior do país, de acordo com as diretrizes curriculares nacionais para os cursos de meteorologia aprovadas no ano de 2008 pela Câmara de Educação Superior do Ministério da Educação e Cultura do Governo Federal. O regulamento completo do estágio curricular obrigatório encontra-se na matriz curricular do curso anexa a este projeto pedagógico.

Além do estágio curricular obrigatório para a conclusão do curso, nossos alunos também são incentivados a realizar estágios extracurriculares em empresas públicas e privadas. Tanto para estes estágios extracurriculares quanto para o estágio curricular, é firmado um termo de compromisso para cada estágio a ser realizado, também com o aval da comissão de graduação, que por sua vez trabalha também na supervisão dos estágios. O papel da Comissão de Graduação tanto na avaliação dos convênios bem como no acompanhamento dos estágios visa garantir que o estágio desenvolvido venha de fato a complementar a formação do estudante na área de Meteorologia.

7. Atividades Acadêmicas Complementares (AACs)

As Atividades Acadêmicas Complementares são obrigatórias nas estruturas curriculares dos cursos graduação e têm sua exigência embasada nas Diretrizes Curriculares Nacionais e Lei de Diretrizes e Bases da Educação. As AACs têm como objetivo privilegiar o enriquecimento e a complementação da formação profissional, científica, social e cultural do estudante, podendo ser realizadas de acordo com seu interesse e afinidade, nas áreas de ensino e formação sociocultural, responsabilidade social e interesse coletivo, pesquisa e formação profissional e extensão e aperfeiçoamento. A realização de atividades complementares não se confunde com a do Estágio Curricular supervisionado ou com a do Trabalho de Conclusão de Curso.

As AACs obrigatórias constituem carga horária curricular total de 30 horas. O estudante pode requerer carga horária extracurricular referente às AACs até o limite de 10% da carga horária total do curso. As AACs aceitas e reconhecidas são aquelas dispostas nos artigos 4º, 5º e 6º da [Resolução CoG, CoCEX e CoPq Nº 7788, de 26 de agosto de 2019](#). A normatização da carga horária atribuída e documentos comprobatórios de cada atividade complementar é feita pelas Comissões de Graduação, Pesquisa e Cultura e Extensão do IAG.

8. Infraestrutura Institucional para as Atividades de Ensino e Pesquisa

O Departamento de Ciências Atmosféricas do IAG conta com um moderno parque de equipamentos para suas atividades de ensino e pesquisa. Este parque de equipamentos é composto por microcomputadores, estações de trabalho e “clusters” de computadores dispostos nas salas de aulas e nos laboratórios didáticos e de pesquisa, todos interligados entre si em rede de alta velocidade e com acesso à Internet, além de um conjunto bastante completo e moderno de sensores meteorológicos, sendo a maior parte deles locados nos laboratórios de pesquisa coordenados por docentes do Departamento de Ciências Atmosféricas.

O departamento conta com dois laboratórios computacionais destinados exclusivamente à parte prática das disciplinas do ciclo profissionalizante do curso, um laboratório computacional destinado aos alunos de pós-graduação e de iniciação científica vinculados ao Departamento de Ciências Atmosféricas, além de dez laboratórios de pesquisa (alguns computacionais e outros instrumentais e computacionais, ver link <http://www.iag.usp.br/atmosfericas/grupos-de-pesquisa-e-laboratorios>), coordenados por professores do departamento. Os dois laboratórios didáticos computacionais destinados à parte prática das disciplinas do curso são compostos por cerca de 30 computadores no total, sendo que um dos laboratórios também dispõe de recursos especiais de projeções em lousa digital, utilizados especialmente nas aulas práticas de Meteorologia Sinótica e Meteorologia por Radar. O laboratório computacional destinado aos alunos de pós-graduação e iniciação científica do departamento possui vinte computadores. Além desses laboratórios, os alunos do curso de Bacharelado em Meteorologia também têm acesso à sala pró-aluno, que conta com cerca de trinta microcomputadores para uso dos alunos de graduação dos três cursos do IAG (Meteorologia, Geofísica e Astronomia). As atividades práticas das

disciplinas do curso também têm o suporte de instrumentos e da infraestrutura de observação da Estação Meteorológica do IAG, localizada no Parque Cientec da USP.

O curso também conta com o apoio de uma empresa júnior, a IAG Júnior, que tem por objetivo proporcionar aos seus membros uma simulação das situações relacionadas com a vida profissional, nas quais os alunos desenvolvem atividades ligadas às suas respectivas profissões (Geofísica, Meteorologia e Astronomia) sob a supervisão de um docente do IAG, além de desenvolver atividades sociais e acadêmicas, tais como campanhas de doação de sangue, organização de minicursos, etc.

Também é importante destacar que o curso conta com o suporte da Biblioteca do IAG, que é integrante do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBi-USP; ver link www.usp.br/sibi) com especialidade nas áreas de geofísica, meteorologia e astronomia. Além de todo importante acervo especializado para pesquisa, a biblioteca do IAG-USP realiza frequentes atualizações tanto em número de exemplares quanto de novos títulos e edições da bibliografia básica das disciplinas nas áreas de matemática e física, além das disciplinas específicas de cada curso de graduação do IAG. Atualmente, a biblioteca do IAG/USP possui um total de 4.853 livros disponíveis para o curso de Bacharelado em Meteorologia, somados os livros correspondentes às disciplinas de matemática e física aos referentes às disciplinas específicas da meteorologia, além de 37 títulos de periódicos e 390 teses (Mestrado e Doutorado) nas diversas áreas das ciências atmosféricas.

O Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBi/USP) integra atualmente 48 bibliotecas físicas das diferentes unidades distribuídas nos diferentes campi universitários, e também oferece um conjunto de bibliotecas digitais que apresentam conteúdos públicos e acessíveis, quando possível, proporcionando, assim, acesso ao conhecimento gerado na Universidade, com total de mais de 7 milhões de volumes no acervo.

Com relação às atividades de pesquisa desenvolvidas no Departamento de Ciências Atmosféricas do IAG/USP, atualmente o departamento conta com 19 docentes no total, todos com a titulação mínima de doutor e atuando em tempo integral na docência e na pesquisa. As linhas de pesquisa desenvolvidas no departamento são: micrometeorologia, estudo e aplicações em tempo e clima, interação atmosfera-biosfera-oceano, poluição atmosférica, física dos processos atmosféricos e aplicações e hidrometeorologia. A alta qualidade e produtividade na pesquisa desenvolvida no departamento é evidenciada pelo fato de 100% do corpo docente do Departamento de Ciências Atmosféricas ser atuante num programa de pós-graduação de excelência, avaliado com conceito 7 da CAPES (Programa de Pós-Graduação em Meteorologia do IAG/USP). Esta alta qualidade da pesquisa desenvolvida no departamento também constitui um diferencial na formação dos egressos do curso de Bacharelado em Meteorologia, posto que grande parte dos estudantes do curso desenvolvem atividades de iniciação científica orientadas por docentes do departamento. Logo, essa proximidade do corpo discente com o corpo docente por meio da participação dos alunos em projetos de pesquisa desenvolvidos pelo departamento é crucial na formação dos profissionais, pois alia a qualidade na pesquisa desenvolvida no departamento com o curso de graduação.

9. Mudanças Recentes na Estrutura Curricular

Conforme destacado anteriormente, a contínua evolução tecnológica na área observacional e de processamento da informação meteorológica impõe uma constante evolução nas ferramentas e na infraestrutura de trabalho na área de Meteorologia e, conseqüentemente, demanda uma constante evolução do conhecimento científico e tecnológico do meteorologista. Por esta razão, a formação do meteorologista deve contemplar, além de uma sólida base em Física e Matemática, um ciclo profissionalizante que o capacite para uma constante assimilação de novos conceitos e

técnicas. Assim, no sentido de tornar nossos egressos sempre aptos a atender às demandas do mercado de trabalho, o curso de graduação em Meteorologia, durante estes mais de 40 anos de funcionamento, tem tido sua estrutura curricular gradativamente alterada. Novas técnicas de ensino e novas disciplinas profissionalizantes têm sido introduzidas como consequência direta do grande envolvimento do corpo docente em atividades de pesquisa. Mudanças na estrutura curricular também têm sido motivadas por diagnósticos obtidos através das análises dos resultados do Sistema de Avaliação Didática e de Disciplinas do IAG realizado semestralmente, coordenado pela Comissão de Graduação do IAG, bem como de análises dos números de evasão e das dificuldades encontradas pelos alunos, refletidas nos altos índices de reprovação em determinadas disciplinas, por exemplo.

Neste sentido, além da introdução do TCC para os alunos ingressantes a partir de 2011 e do estágio curricular obrigatório para os alunos ingressantes a partir de 2018, a estrutura curricular do curso tem sofrido mudanças substanciais ao longo da última década. Destaca-se a mudança da duração do curso de quatro para cinco anos a partir de 2009, que foi acompanhada pela redução da carga horária do primeiro ano do curso de modo a concentrar os horários das disciplinas dos dois primeiros semestres no período da manhã. O aumento da duração do curso para 10 semestres em 2009 foi motivado pelo fato de que, na época, os alunos costumavam levar em média 10,3 semestres para se formarem. Por outro lado, a redução da carga horária do primeiro ano do curso foi motivada pelo alto índice de reprovação nas disciplinas básicas do curso, especialmente nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e Física, e teve como intuito disponibilizar mais tempo para os alunos estudarem para essas disciplinas com o apoio de monitores. Esta redução da carga horária dos dois primeiros semestres, a partir de 2009, se deu com as disciplinas de Física iniciando a partir do terceiro semestre, ao invés de iniciarem logo no primeiro semestre como ocorria até então. Outra mudança implementada em 2009 foi a redução do número anual de vagas no curso de

40 para 30, através da constatação do aumento da evasão decorrente do aumento do número de vagas de 20 para 40 em 2004.

Durante o período de 2011 até agora, tem-se acompanhado o impacto dessas mudanças através de análises das estatísticas das turmas bem como dos resultados das avaliações semestrais das disciplinas do curso. Neste contexto, verificou-se que as alterações de 2009 tiveram os seguintes impactos:

- As disciplinas de “Introdução à Computação para Ciências Exatas e Tecnologia” e “Cálculo Numérico com Aplicações em Física”, que até o ano de 2009 eram oferecidas nos 3º e 4º semestres, respectivamente, foram alocadas para os 1º e 2º semestres do curso a partir de 2010, aumentando significativamente as reprovações (no caso de “Introdução à Computação”, houve um aumento de 27,7% para 53,7% de reprovação entre alunos de 2006-2009 e 2010-2012);
- As disciplinas de Física, que eram oferecidas desde o 1º semestre até 2009, foram oferecidas somente a partir do 3º semestre, entretanto, não houve impacto significativo na redução das reprovações (44,4% para 42,4%);
- “Cálculo Diferencial e Integral I”, que continuou a ser oferecido no 1º semestre, manteve a mesma proporção de reprovações (de 53,7% para 55,8%); e “Vetores e Geometria”, que também continuou a ser oferecida no 1º semestre, teve um aumento de reprovações de 49,8% para 63,8%.

As constatações descritas acima destacam que a mudança na estrutura curricular feita em 2009, de concentrar as disciplinas do primeiro ano do curso no período da manhã, de modo que os alunos tivessem mais tempo de estudo, não promoveu o resultado esperado. Isto nos levou a concluir que aliviar a carga horária no início do curso não mostrou ser o caminho para reduzir a evasão e o alto índice de reprovações nesta etapa do curso.

Dessa forma, de posse destes dados, e também motivados pela reestruturação que o Instituto de Física desta universidade promoveu no ciclo básico do curso de Bacharelado em Física, nos anos de 2014 e 2015 realizou-se uma nova mudança na estrutura curricular do curso de Bacharelado em Meteorologia. A principal alteração foi voltar a oferecer as disciplinas de Física no início do curso, de modo a casar novamente o ciclo básico do curso em Meteorologia com o ciclo básico do curso de bacharelado em Física. A reformulação do ciclo básico do bacharelado em Física consistiu na extinção da disciplina de Introdução à Física e a consequente redistribuição do seu conteúdo ao longo das disciplinas de Física I a Física IV, e a extinção do conteúdo de relatividade restrita, até então integrante da ementa de Física II. Adicionalmente, a reformulação também promoveu a introdução de uma nova metodologia de ensino para as disciplinas de Física I e II do ciclo básico, a metodologia “Scale-Up” (“Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies”), desenvolvida na Universidade Estadual da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, e adotada em mais de 200 instituições, dentre elas o MIT e a Universidade de Harvard. Basicamente, o método de ensino “Scale-up” consiste num sistema de aprendizagem ativo no qual as aulas expositivas clássicas são substituídas por atividades programadas, nas quais os alunos fazem um estudo prévio sobre o tópico relacionado a um problema a ser resolvido em classe, discute a solução do problema em grupos com seus colegas e também com o professor, e por fim apresentam a solução do problema no final da aula. Especialistas apontam que a vantagem desta metodologia ativa é proporcionar uma maior participação do aluno na aula, incentivada sobretudo pela necessidade de um primeiro contato prévio às discussões em sala, além de estimular mais o amadurecimento do estudante.

Esta reestruturação do ciclo básico do bacharelado em Física também foi motivada pelos elevados índices de evasão do curso e de reprovação nas disciplinas básicas, problemas estes comumente enfrentados pelos cursos com baixa procura da

área de ciências exatas. Dessa forma, como o curso de Bacharelado em Meteorologia também se insere nesta classe de cursos com elevado índice de evasão e reprovação, o corpo docente do Departamento de Ciências Atmosféricas viu neste casamento do ciclo básico do curso de meteorologia com o ciclo básico do curso de física como bastante oportuno no sentido de unir os esforços no combate à evasão.

Além desta mudança nas disciplinas de Física, a reformulação da grade curricular do curso de meteorologia promovida em 2014 e 2015 também incluiu: (i) uma atualização geral na bibliografia das disciplinas, procurando introduzir referências recentes sobre os tópicos; (ii) atualização no conteúdo de algumas disciplinas; (iii) criação de algumas disciplinas novas, bem como (iv) alterações na carga horária e na obrigatoriedade de algumas disciplinas. Especificamente, as alterações são enumeradas como segue:

- O conteúdo das antigas disciplinas “Meteorologia Dinâmica I” e “Meteorologia Dinâmica II” foi redistribuído em três disciplinas, sem alterar o conteúdo total, passando a nova estrutura curricular a conter “Meteorologia Dinâmica I, II e III”. O mesmo ocorreu com as disciplinas de Meteorologia Sinótica I e II. Acredita-se que com o conteúdo mais distribuído o aluno tenha mais tempo para sedimentar e amadurecer os conceitos de Meteorologia Dinâmica e Sinótica, considerados como conceitos chave para a formação dos meteorologistas, pois são importantes para assimilar o conteúdo de outras disciplinas do curso, além de constituir o fundamento básico para a previsão de tempo e clima.
- A disciplina de “Cálculo Numérico com Aplicações em Física” passou do segundo para o sexto semestre e a disciplina de “Introdução à Computação para Ciências Exatas e Tecnologia” passou do primeiro para o terceiro período. Estas mudanças visaram sanar a dificuldade

encontrada pelos estudantes nestas disciplinas, conforme relatado anteriormente.

- Várias disciplinas, em especial aquelas oferecidas a partir do segundo ano, tiveram parte dos seus créditos-aula substituídos por créditos-trabalho. Esta mudança visou à diminuição das horas em sala de aula e o aumento das horas que o aluno deve se dedicar às disciplinas fora da sala de aula (hora trabalho). Nestas horas trabalho (créditos-trabalho) estão previstas atividades práticas para o aluno consolidar a base teórica oferecida nas horas aula.
- As disciplinas de “Introdução à Química Atmosférica”, “Métodos Numéricos de Previsão de Tempo” e “Meteorologia Tropical”, que constituíam o quadro das disciplinas optativas eletivas, passaram a ser disciplinas obrigatórias. Tais alterações basearam-se no entendimento da importância crucial dessas disciplinas para a formação do meteorologista. Com efeito, um dos principais desenvolvimentos da modelagem atmosférica nos últimos tempos tem sido o acoplamento dos efeitos fotoquímicos ao núcleo dinâmico dos modelos atmosféricos, sobretudo com as constatações do papel das interações fotoquímicas dos gases constituintes da atmosfera nas mudanças climáticas de longo período. Da mesma maneira, como a maior parte do Brasil está inserida na faixa tropical do globo terrestre, houve um entendimento da necessidade de uma disciplina obrigatória que abordasse mais profundamente a dinâmica dos sistemas atmosféricos típicos desta faixa do globo terrestre, dado que as disciplinas de Meteorologia Dinâmica focam mais nos sistemas de médias latitudes. Assim, além da mudança de status (optativa para obrigatória), Meteorologia Tropical também teve seu conteúdo reformulado de modo a focar nos aspectos teóricos relacionados à dinâmica da atmosfera tropical,

ao invés de se ater aos aspectos mais descritivos relacionados aos fenômenos meteorológicos tropicais como ocorria até então.

- Para ajudar a repor o quadro de disciplinas optativas eletivas oferecidas pelo departamento, foi criada uma nova disciplina a ser cursada preferencialmente no oitavo semestre do curso. Tal disciplina denomina-se “Introdução à Meteorologia de Mesoescala”. Esta disciplina visa também atualizar a formação dos meteorologistas face às recentes demandas da sociedade pela previsão de tempo de curtíssimo prazo em virtude dos eventos meteorológicos extremos e os consequentes desastres naturais.
- Visando uma formação mais interdisciplinar, recentemente (a partir de 2020), mais quatro disciplinas optativas eletivas foram criadas e incluídas na grade curricular, sendo uma do próprio Departamento de Ciências Atmosféricas do IAG/USP e três do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da USP. A disciplina de “Estudo das Mudanças Climáticas Globais do Ponto de Vista da Cidadania” tem como objetivo contribuir para uma visão mais crítica e mais ativa dos estudantes frente às mudanças climáticas globais. As disciplinas do IEE são: “Eventos Meteorológicos Severos, Descargas Atmosféricas e suas Implicações em Sistemas Elétricos”, “Armazenamento Geológico de Carbono: Fundamentos e Fatores Associados”, e “Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto com softwares livres”. A primeira é ministrada por docente do IEE em conjunto com docente DCA/IAG, e introduz as principais questões relacionadas a eventos meteorológicos que resultam em grandes prejuízos econômicos e perdas de vidas, com nas descargas atmosféricas e como estas interagem com os sistemas elétricos e os princípios básicos para mitigação dos seus impactos à sociedade. A segunda disciplina fornece

uma visão do caráter multidisciplinar dos projetos de CCS/CCUS (*Carbon, Capture, Use and Storage*) e dos trabalhos de todos os especialistas dentro de empresas e órgãos do setor produtivo e também de bem-estar social. A terceira disciplina traz uma introdução ao geoprocessamento com uso dos softwares livres e, através de exemplos, os alunos realizam análises espaciais simples com dados *raster* (imagens e modelos de elevação) e vetoriais, além de processamentos simples em imagens de satélite.

Além das razões descritas acima, estas alterações curriculares também visaram, de uma forma geral:

- Proporcionar maior convivência e interação entre os alunos ingressantes do curso e do Instituto. De fato, notou-se, nos últimos anos, que os alunos que passam mais tempo na universidade acabam tendo melhor desempenho acadêmico e/ou maior motivação para continuar no curso.
- Levar os estudantes a uma adaptação às exigências da vida universitária logo nos primeiros anos do curso, concentrando as disciplinas básicas nos primeiros 6 semestres e deixando os últimos 4 semestres com poucas disciplinas.
- Antecipação do início de oferecimento de disciplinas específicas de meteorologia do 7º para o 5º semestre.

10. Plano de Metas

Uma das grandes preocupações da Pró-Reitoria de Graduação da USP e do próprio Departamento de Ciências Atmosféricas é a questão da evasão. De fato, conforme discutido na seção anterior, uma das diretrizes que nortearam as últimas mudanças da estrutura curricular do curso de meteorologia foi exatamente a tentativa

de combater o alto índice de desvinculação do curso, problema este que vem sendo enfrentado ao longo de décadas por todos os cursos com baixa procura na área de ciências exatas, não só no Brasil, mas em todo o mundo. Em particular, os índices atingidos no Bacharelado em Meteorologia são relativamente elevados, e algumas das causas podem ser atribuídas a:

- Falta de base em física e matemática dos alunos ingressantes, que constitui o principal fator que leva ao alto índice de reprovações nas disciplinas do ciclo básico do curso, em especial nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e Física. Uma vez que estas disciplinas constituem pré-requisitos fundamentais, a reprovação implica num atraso para a conclusão do curso, desmotivando ainda mais o aluno a seguir no mesmo.
- Falta de conhecimento sobre o curso, a carreira e a atuação profissional por parte do ingressante (ou mesmo do próprio vestibulando).
- Dificuldade na adaptação dos alunos ingressantes provenientes de fora da cidade de São Paulo.
- Dificuldade em avaliar as possibilidades de realização profissional em função da pouca visibilidade do mercado de trabalho do meteorologista.

Para minimizar os problemas descritos acima, algumas ações vêm sendo implementadas, tanto no âmbito da coordenação do curso quanto no âmbito das Comissões de Graduação e de Cultura e Extensão do instituto. Dentre estas várias ações que vêm sendo tomadas, é possível citar:

- Alterações na estrutura curricular, conforme discutido na seção anterior: Com efeito, o casamento exato do ciclo básico dos cursos de Bacharelado em Meteorologia e Bacharelado em Física permite uma maior facilidade de transferência interna. Além disso, a migração de créditos-aula para créditos-

trabalho em algumas disciplinas, realizada nas alterações curriculares recentes, reduz o número de aulas expositivas e valoriza o tempo de estudo do aluno.

- Criação de disciplinas de apoio: Algumas disciplinas optativas eletivas foram criadas para reforçar os conteúdos básicos em física e matemática no primeiro ano do curso (contendo tanto aulas teóricas/expositivas quanto aulas práticas ou de exercícios), além de propiciar a integração entre os alunos do instituto, uma vez que uma das disciplinas envolvem aulas de laboratório e experimentos abertos aos estudantes dos três cursos do IAG. Tal ação proporciona apoio aos alunos ingressantes nas disciplinas básicas do curso, em especial nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Física e Vetores e Geometria Analítica, que, conforme discutido anteriormente, têm apresentado altos índices de reprovações.
- A infraestrutura de aulas práticas para as disciplinas de apoio mencionadas foi melhorada através da criação de laboratórios didáticos instrumentais que facilitam ao aluno o acesso às novas tecnologias de medição e de análise dos fenômenos meteorológicos. Com a participação do IAG no projeto Pro-Inovalab, uma iniciativa da Pró-Reitoria de Graduação, permitiu ao IAG a aquisição de instrumentos e aparatos experimentais de modo a criar um laboratório didático destinado aos três cursos (Astronomia, Geofísica e Meteorologia). Este laboratório é utilizado no âmbito da disciplina optativa interdepartamental denominada “Laboratório de Física da Terra e do Universo”, que prevê experimentos relacionadas às áreas dos três cursos. Na parte da meteorologia, por exemplo, temos um tanque giratório que simula a circulação geral da atmosfera bem como dos turbilhões de grande escala responsáveis pelos sistemas de tempo de médias latitudes.
- Incentivo aos programas de monitorias e formação de grupos de estudos: Além das disciplinas de apoio, o IAG como um todo tem promovido a participação de

alunos veteranos nos programas de monitoria e de Estímulo ao Ensino de Graduação (PEEG). O instituto também incentiva os alunos de pós-graduação a participarem do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), além de promover a colaboração dos pós-doutorandos nas atividades didáticas da graduação.

- Ampliação da divulgação do curso de Bacharelado em Meteorologia do IAG/USP, bem como da profissão do meteorologista: A Comissão de Cultura e Extensão do instituto vem trabalhando na divulgação dos cursos do IAG em feiras de profissões e viradas culturais tanto dentro da USP quanto em eventos externos.
- Programas de Bolsas: Cerca de 30% dos alunos do IAG são oriundos de escolas públicas e muitos podem passar por dificuldades financeiras. Como os cursos do IAG são diurnos, tais alunos dependem fortemente da concessão de bolsas e auxílios. O IAG como um todo procura incentivar fortemente que os alunos desenvolvam projetos de iniciação científica com bolsa (embora também exista a possibilidade de trabalhos voluntários) ou estágios remunerados, além de serem orientados a solicitarem auxílios junto à Superintendência de Assistência Social da universidade.
- Intensificação da interação com a iniciativa privada através de convênios de estágios e da troca de experiências com meteorologistas que estão atuando no mercado de trabalho, no sentido de tornar o mercado de trabalho do meteorologista mais visível aos alunos.

Essas ações fazem parte do atual plano de metas do curso de Bacharelado em Meteorologia do IAG/USP, e devem ser complementadas com outras ações de curto e médio prazo, dentre as quais é importante ressaltar:

- Preparação de apostilas e de notas de aula, com acesso facilitado através da página internet do IAG e plataforma Google Educação, otimizando o tempo utilizado em classe e propiciando maior disponibilidade para discussões sobre conceitos físicos e interpretações de fenômenos (esse aspecto merece uma atenção especial, uma vez que a maior parte dos livros texto utilizados nas disciplinas profissionalizantes está escrita em inglês).
- As aulas práticas também estão sendo adaptadas às plataformas de trabalho e programação colaborativas (e.g., Colab, Kaggle, SciServer, JupyterNotebook) e as ferramentas estão migrando para pacotes gráficos e linguagens modernas (e.g, Python e R).
- Pretende-se reestruturar a grade curricular de forma a reduzir a carga horária total, flexibilizar e ampliar a multidisciplinaridade de conteúdo e disciplinas, buscando linhas de formação em áreas estratégicas do mercado de trabalho e vanguarda científica, como por exemplo, ênfases no agronegócio, hidrometeorologia, produção e distribuição de energias renováveis, ciência de dados e computação de alto desempenho.

Tal iniciativa visa dar um salto qualitativo na formação prática dos alunos, sem comprometer a atual formação teórica e atendendo a uma demanda de profissionais com um perfil tecnológico inserido na modernidade. Este é um dos grandes desafios a serem enfrentados pelo curso de meteorologia da USP para os próximos anos.