

**ZONAS DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL EM UMA AULA DE FÍSICA GERAL***Convergence Zones of the South Atlantic in a General Physics Class***Lúcio Ângelo Vidal** (lucio.vidal@ifmt.edu.br)*Rua Professora Zulmira Canavarros, nº 95 – CEP: 78005-200, Centro, Cuiabá –MT IFMT Campus Cuiabá***Wictória Eloá Gomes Pereira** (wictoria.pereira@ifmt.edu.br)*Av. Sen. Filinto Müller, 953 - Quilombo, Cuiabá - MT, 78043-400, Reitoria do IFMT***Andreia da Silva Tavares** (andreia.physical@gmail.com)*Avenida Fernando Correa da Costa, nº 2367 – CEP: 78060-900, Boa esperança, Cuiabá - MT UFMT Campus Cuiabá**Recebido em: 21/04/2024**Aceito em: 23/11/2024***Resumo**

Este artigo teve como objetivo mediar o aprendizado sobre zona de convergência do atlântico sul (ZCAS), articulando teoria e prática para um público de dezoito estudantes de Engenharia de uma instituição pública de ensino superior em uma aula de Física Geral 2. Para atingir o objetivo, realizou-se em cerca de duas horas durante um encontro da disciplina uma explanação sobre o conceito de ZCAS e sobre o código METAR, neste último caso para esclarecer as codificações existentes e identificar onde se encontravam as variáveis relevantes para o entendimento da ocorrência do fenômeno. Aponta-se como parte dos resultados o êxito de pelo menos 55,5% dos estudantes nas seis primeiras questões de natureza teórica do teste de avaliação de aprendizagem referente ao ensinamento de como constatar o fato. São necessárias cada vez mais experiências de ensino que promovam o aprendizado de fenômenos ligados à compreensão do meio ambiente para que se possa entender o que é verdade ou mentira em relação ao que se veicula em diversos canais de comunicação sobre interdependência entre diferentes variáveis relacionadas à Meteorologia.

**Palavras-Chave:** Ensino de ZCAS, Ensino de Meteorologia, Meteorologia em aula de Física**Abstract**

This article aimed to mediate learning about the South Atlantic Convergence Zone (ZCAS), articulating theory and practice for an audience of eighteen Engineering students from a public higher education institution in a General Physics 2 class. , an explanation of the concept of ZCAS and the METAR code was held in approximately two hours during a course meeting, in the latter case to clarify the existing codings and identify where the relevant variables were found for understanding the occurrence of the phenomenon. As part of the results, at least 55.5% of students were successful in the first six questions of a theoretical nature of the learning assessment test regarding teaching how to verify the fact. More and more teaching experiences are needed that promote the learning of phenomena linked to the understanding of the environment so that one can understand what is true or false in relation to what is conveyed in different channels of communication about interdependence between different variables related to Meteorology.

**Keywords:** Teaching ZCAS, Teaching Meteorology, Meteorology in Physics class

## Introdução

Ao pesquisar no google acadêmico publicações de acesso livre que abordam a temática Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), encontram-se muitos trabalhos referentes ao tópico direcionados à América do Sul. No próximo parágrafo, são relacionados alguns deles.

Rocha e Gandu (1998) caracterizam o fenômeno. Abreu (1998) e Vieira et al., (2014), por sua vez, estabelecem uma climatologia sobre esse tipo de perturbação atmosférica. Quadro *et al* (2012) desenvolvem um trabalho visando encontrar as principais características da precipitação relacionada à ZCAS, baseando-se em seis agrupamentos de reanálises atmosféricas e cinco agrupamentos de dados observados de precipitação. Alvarenga (2012) trata de eventos de precipitação ocorridos no sudeste brasileiro relacionados a ZCAS. Santos e Fialho (2016) relacionam os impactos pluviais com os sistemas atmosféricos atuantes em especial a ZCAS. Chaves e Satyamurty (2006) apresentam um estudo de um evento intenso de ZCAS que aconteceu entre 16 e 30 de janeiro de 2003 com o intento de diagnosticar as condições atmosféricas e a temperatura de superfície do mar associadas a este sistema.

Todavia, o que não se identifica em nenhum dos artigos supracitados é algum tipo de dinâmica proposta em sala de aula no sentido de estimular o aprendizado deste fenômeno e saber identificá-lo em uma determinado local por meio de mensagens meteorológicas. Dessa forma, aqui está a razão primordial de ser deste artigo.

O aprendizado de ZCAS é de suma importância do ponto de vista meteorológico e climatológico, pelo fato de estar diretamente relacionada às chuvas no sul, sudeste e centro-oeste do país, além disso no mês de maio de 2024 há suspeitas que ocorreu um fenômeno dessa natureza no estado brasileiro do Rio grande do Sul, tendo em vista que ocorreram vinte dias consecutivos de precipitação. Por essa razão, acredita-se ser de suma importância o aprendizado desse tipo de fenômenos nas aplicações práticas de conceitos da disciplina de Física Geral 2, pois essa disciplina traz consigo, em seu plano de ensino, tópicos relacionados aos fluidos e à termodinâmica, assim é comum se tratar de conceitos, tais como temperatura do ar, transporte de calor, umidade do ar, formação de nuvens e pressão atmosférica.

O objetivo geral, portanto, é promover o aprendizado de como identificar zonas de convergência do atlântico sul (ZCAS) no código METAR. Para isso são necessários quatro objetivos específicos: a) saber identificar no código as variáveis meteorológicas que influenciam na ocorrência do fenômeno; b) identificar qualitativamente o que ocorrem com as variáveis meteorológicas associadas ao evento; c) saber quantitativamente que valores numéricos as variáveis meteorológicas devem atingir para a plena caracterização do fenômeno; d) identificar em uma atividade experimental a quantidade de dias seguidos de precipitação que caracterizam a ZCAS na época do ano em que ela é mais comum.

## Fundamentação Teórica

Nesta seção serão abordados os temas que subsidiam a aprendizagem proposta neste artigo. Dessa maneira, aqui abordam-se: a) o conceito de zona de convergência do atlântico sul com uma climatologia para a cidade de Cuiabá; b) a decodificação das variáveis associadas à ZCAS no código METAR; c) a concepção do que são atividades práticas no ensino de ciências.

### *Zona de Convergência do Atlântico Sul com uma Climatologia para a cidade de Cuiabá*

Um dos sistemas meteorológicos de escala regional que influencia o tempo sobre grande parte da América do Sul tropical é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (VIEIRA et al., 2014), por essa razão o referido sistema tem um papel muito importante no entendimento do Sistema de monção da América do Sul (existência de uma estação seca e uma estação úmida) (VERA et al., 2006)

A ZCAS de acordo com Kousky (1998) e Carvalho, Jones e Liebmann (2004) caracteriza-se por ser uma faixa persistente de nebulosidade e precipitação direcionada no sentido noroeste-sudeste desde o Sul/Sudeste da região Amazônica até o centro do oceano Atlântico Sul (Figura 1). Ela também pode ser observada em imagens de satélite meteorológicos e nas observações de radiação de onda longa emitida ao espaço (ABREU, 1998).



**Figura 1.** Zona de Convergência do Atlântico Sul. Fonte:

<https://www.climatempo.com.br/noticia/2020/01/29/o-que-e-a-zcas-e-como-este-sistema-se-forma-1565>.

As causas que originam e mantêm a ZCAS não são até hoje totalmente compreendidas, no entanto pesquisas observacionais e numéricas mostram que esse sistema sofre influências tanto de fatores remotos quanto locais (Rocha e Gandu, 1998). Na visão de Rocha e Gandu (1998), o mais provável é que as influências remotas articulam o início, tempo e posição da ZCAS e os fatores locais, por sua vez, são determinantes para a ocorrência desse fenômeno.

Devido a sua vinculação à convecção na região dos trópicos, que se encontra na Amazônia, a ZCAS tende a aparecer na primavera e, na região Sudeste, a partir de outubro (Quadro, 1993). O tempo de duração deste fenômeno é em média de três dias e pode perdurar até quinze dias por se tratar de um sistema semi-estacionário (deslocamento lento) (Lima, Satyamurty e Fernández, 2010).

No verão segundo Alvarenga (2012), a ZCAS é o principal contribuinte para a precipitação e também a principal causa dos extremos de precipitação nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil.

Esta nebulosidade tem impacto na variação de precipitação no Brasil no que concerne ao consumo humano, à irrigação na agricultura, aos reservatórios de água e à geração de energia hidrelétrica (Braga e Ambrizzi, 2022). A ZCAS é a principal perturbação atmosférica responsável pela precipitação na região Sudeste do Brasil durante os meses de primavera e verão, com aproximadamente 10 mm/dia (Kodama, 1992).

Na tabela 1 a seguir, apresenta-se uma climatologia para a ZCAS elaborada por Escobar e Matoso (2018) no período de outubro de 2006 a dezembro de 2017.

**Tabela 1.** Número de Ocorrências de ZCAS por mês no período de 2006 a 2017

Ano\Mês	outubro	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	março	abril	Total Anual
2006	1	2	2	0	0	0	0	5
2007	1	2	2	2	1	1	0	9
2008	1	2	3	3	2	1	0	12
2009	2	1	2	3	1	2	1	12
2010	2	0	3	1	0	2	0	8
2011	2	2	3	1	2	0	1	11
2012	0	3	1	3	1	2	0	10
2013	1	1	1	2	2	1	0	8
2014	1	2	2	1	2	2	0	10
2015	1	0	0	1	3	3	1	9
2016	1	1	2	2	1	2	0	9
2017	0	2	3	3	2	1	0	11
Média	1,1	1,4	2,0	1,8	1,5	1,4	0,3	9,5

Fonte: Adaptado de Escobar e Matoso (2018).

Como se pode observar na tabela acima, o mês de dezembro é o que tem maior média de chegada de ZCAS (duas), enquanto que o mês de abril é o que possui menor média (0,3). Considerando os anos, 2008 e 2009 são os que ocorreram a maior quantidade do fenômeno mencionado (doze) e o ano de 2006 foi o que menos ocorrências houve (cinco). A média anual do evento citado é de 9,5 por ano.

### *Decodificação do METAR*

O código METAR (relatório meteorológico de aeródromo) é um relatório sobre condições meteorológicas de um aeródromo e nele estão contidas em sequência grupos de identificação, vento, visibilidade, alcance visual da pista, tempo presente, nuvens, temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica e informações suplementares (Brasil, 2020). Cabe ainda destacar que este código é utilizado para relatar as condições meteorológicas observadas em um aeródromo em intervalos regulares de uma hora (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2012).

Para exemplificar os aspectos relevantes no código METAR que permitem a identificação de uma frente fria na cidade de Cuiabá, apresenta-se um exemplo do código, dando um destaque sublinhado a algumas partes: METAR SBCY 051900Z 36020G30KT 9999 TSRA BKN020 29/20 Q1007.

A informação codificada inicia-se com o nome do código, em seguida vem o designador telegráfico para a cidade de Cuiabá (SBCY) e logo após o grupo relacionado à data (os dois primeiros algarismos, neste caso 05) e à hora segundo o meridiano de Greenwich (19 horas em ponto de Greenwich, isto é, 1900Z) em que se confeccionou a mensagem.

As quatro partes sublinhadas especificam da esquerda para a direita respectivamente a direção e a intensidade do vento (direção norte ou 360° e intensidade de 20 nós com rajada de 30 nós), a condição de tempo TSRA (trovoada com chuva), a cobertura do céu pela nuvem e sua altura em centenas de pés (nublado com nuvens a 2000 pés), a temperatura do ar e do ponto de orvalho (29°C e 20°C respectivamente) e o valor da pressão atmosférica ao nível do mar (1007 hPa).

Em resumo, o fenômeno descrito no código se trata de uma zona de convergência do atlântico sul, porque há o vento na direção norte com rajada, a condição de tempo instável de trovoada com chuva, o céu está nublado e a pressão está baixa (abaixo de 1013).

### *A Concepção de Atividades Práticas no Ensino de Ciências*

É pertinente esclarecer o que se admite como atividade prática educacional uma vez que existem vários entendimentos sobre este conceito. Andrade e Massabni (2011) definem como ações educacionais que requisitam dos estudantes o tato direto com o material físico, com o fenômeno e/ou com dados brutos provenientes do fenômeno natural ou social de maneira que o estudante desenvolva uma atividade braçal ou acompanhe a demonstração docente de algo.

Krasilchik (2008), por sua vez, desconsidera totalmente as demonstrações como atividades práticas pelo fato de não inserirem os discentes na aquisição de dados.

Campos e Nigro (1999) classificam as modalidades de atividades práticas em quatro categorias: a) Demonstrações Práticas; b) Experimentos Ilustrativos; c) Experimentos Descritivos; d) Experimentos Investigativos.

As Demonstrações Práticas são ações elaboradas pelo docente em que o discente observa sem interferir, proporcionando a este último tato com fenômenos já conhecidos, mesmo que nunca os tenha identificados.

Os Experimentos Ilustrativos, por seu turno, são constituídos de ações que os discentes podem realizar por conta própria, propiciando um maior contato com fenômenos já conhecidos (Bassoli, 2014). Na visão de Bassoli (2014), há aqui indubitavelmente a interação física, proporcionando a interação social quando se executa experimentos em grupos.

Os Experimentos Descritivos são ações que o estudante desenvolve sem a obrigatoriedade da condução do professor a todo momento, favorecendo assim o contato direto do aluno com situações que precisa aprender (Campos e Nigro, 1999).

Por fim, os Experimentos Investigativos são os que mais exigem no que diz respeito à participação do estudante durante a sua realização, porque envolvem discussão de ideias, elaboração de hipóteses e experimentos de comprovação (Campos e Nigro, 1999). Apesar de não haver unanimidade sobre o que são atividades investigativas, os pontos comuns são a presença da problematização para impulsionar a investigação (Zompero e Laburu, 2011) e a perspectiva de aproximar a ação científica do ensino de ciências (Trópia, 2011). Foi esta modalidade de atividade prática adotada neste artigo, pois havia um histórico compreendido entre os anos de 2010 e 2019 disponível para realizar a prática.

## **Materiais e Métodos**

Nesta seção, apresentam-se os materiais necessários à lição realizada com os dezoito aprendizes, os métodos empregados para a mediação do ensinamento e as atividades realizadas de acordo com o tempo utilizado para mediar o ensinamento.

A experiência de ensino aqui abordada ocorreu em 28 de novembro de 2023 ao longo de uma aula da disciplina de Física Geral 2 de uma instituição pública de ensino superior na cidade de Cuiabá, foi realizada com dezoito estudantes e teve duração de tempo de duas horas e vinte minutos.

A referida experiência de ensino ocorreu na disciplina mencionada no parágrafo anterior pelo fato de ela contemplar em sua ementa os tópicos de temperatura e pressão e que são fundamentais para a compreensão de ZCAS.

Foram utilizados como materiais para a aula um quadro branco, canetas para escrever em quadro branco, o telefone celular para acessar por meio da internet da instituição o site [www.redemet.aer.mil.br](http://www.redemet.aer.mil.br) e um gravador de voz para registrar as interações na perspectiva de perguntas e respostas entre professor e aluno.

Durante os primeiros cinquenta e sete minutos da aula, foi registrada no quadro branco a estrutura sequencial de informações meteorológicas constituintes do código METAR, procurando dar ênfase às informações que permitem reconhecer a ocorrência de uma ZCAS, isto é, vento, altura da nebulosidade, temperatura e pressão atmosférica reduzida ao nível do mar. Ainda no referido intervalo de tempo, foi apresentado o site de Meteorologia Aeronáutica mencionado no parágrafo anterior para se realizar consultas sobre condições de tempo em diversas parte do país.

Entre cinquenta e sete minutos e uma hora e quatro minutos de aula, os alunos foram baixando e abrindo o arquivo composto pelo histórico meteorológico na cidade de Cuiabá entre os anos de 2010 e 2019 e o arquivo composto de sete questionamentos sobre ZCAS.

A partir de uma hora e quatro minutos até uma hora e sete minutos, realizou-se o sorteio dos anos em que cada aluno iria pesquisar a ocorrência do fenômeno entre os meses de outubro e março (6 meses) por se tratar do período mais comum em que ocorre.

Finalmente de uma hora e sete minutos até duas horas e vinte minutos, os acadêmicos responderam o teste composto de sete questões em que a última delas versava sobre a quantidade de ZCAS que foi obtida por meio dos dados experimentais do histórico.

O critério de contagem de zonas de convergência do atlântico sul foi pautado na ideia de que deveria ter ocorrido o fenômeno em pelo menos três dias consecutivos de chuva. Passando um dia

sem chover após uma sequência de no mínimo três dias, conta-se um novo acontecimento do fenômeno. Assim, ressalta-se que a pouca ocorrência do fenômeno em meses úmidos aqui não implica necessariamente a pouca ocorrência de chuva ou de dias de chuvas no referido mês.

Caso o primeiro dia de ZCAS chegasse no final do mês e terminasse no início do mês seguinte, considerava-se que ela pertencia ao mês em que ela chegou. Em possíveis dúvidas sobre o fenômeno por parte dos acadêmicos, o professor intervinha no sentido de dirimi-las.

Os acadêmicos foram identificados nesta pesquisa por meio de apenas uma letra do alfabeto desde A até R para garantir a proteção à identidade individual. Ainda se reforça que todos os participantes fizeram a atividade de livre e espontânea vontade. Logo a seguir, apresenta-se o questionário constituído por sete questões sobre identificação de ZCAS.

### *Questionário avaliativo sobre identificação de Zonas de Convergência do Atlântico Sul*

1. *Explique em palavras o significado da expressão zona de convergência do atlântico sul (ZCAS).*

*Possível resposta: Uma região de convergência em Meteorologia indica uma região de baixa pressão que está propícia a clima instável, portanto a ZCAS se trata basicamente de uma área de baixa pressão que se instala na região do oceano atlântico sul.*

2. *Como se dispõe o sentido de deslocamento da ZCAS levando em consideração os pontos colaterais de direção geográfica?*

*Possível resposta: desloca-se no sentido norte ou noroeste para sudeste.*

3. *Explique qual é aproximadamente a direção dos ventos na cidade de Cuiabá quando há ocorrência de ZCAS?*

*Possível resposta: a direção alinha-se normalmente entre as direções norte e noroeste.*

4. *Como se apresenta a pressão atmosférica durante a ZCAS e por que razão ela assim se comporta?*

*Possível resposta: a pressão ao nível médio do mar no METAR fica abaixo de 1013hPa, isto é, a pressão fica baixa. Tal efeito ocorre, porque as condições de tempo são instáveis.*

5. *A ZCAS é responsável por que fenômeno em que época do ano na cidade de Cuiabá?*

*Possível resposta: é responsável principalmente pelas chuvas torrenciais em dias consecutivos que tipicamente ocorrem durante o verão.*

6. *Explique em palavras quanto tempo pode durar um fenômeno como a ZCAS.*

*Possível resposta: em média dura cinco dias, podem durar no mínimo três dias, mas há ocorrências deste fenômeno durante duas semanas consecutivas.*

7. *Quantas zonas de convergência do atlântico sul você identificou em sua cidade com o auxílio do código METAR?*

*A resposta a esta questão deve ter como base a tabela 1 de acordo com o ano.*

A questão de número um encontra-se no questionário de avaliação para que se possa saber se o aluno consegue definir o conceito de ZCAS; a pergunta de número dois identifica se o discente é capaz de entender o padrão de disposição e de deslocamento do fenômeno meteorológico aqui abordado; a pergunta de número três do questionário, por sua vez, analisa se o acadêmico compreende

de que direção o vento provém durante o fenômeno e sem fazer confusão com o sentido de deslocamento do fenômeno; a indagação de número, por seu turno, busca entender se o aprendiz consegue interiorizar em que condição a pressão atmosférica local se encontra enquanto uma região está sob efeito da ZCAS. A interpelação de número cinco objetiva saber se o estudante entende a importância do fenômeno para o regime da pluvial de sua cidade. A inquirição de número 6 tem como meta saber se o público-alvo da atividade educativa interiorizou o tempo de duração do fenômeno segundo estatísticas. Finalmente, a questão sete propõe uma prática de identificação do fenômeno em uma série histórica a partir de algumas questões teóricas relacionadas ao fenômeno.

Em resumo, as questões de 1 a 6 são basilares para se entender como identificar uma ZCAS e a questão de número 7 visa saber se o aluno consegue identificá-las na prática de posse de dados históricos do METAR a partir dos conceitos abordados e devidamente compreendidos nas quatro primeiras perguntas.

## Resultados e Discussão

Nesta seção, são apresentadas duas subseções de resultados, nesta ordem: 1) interação durante a aula; 2) respostas em linguagem escrita elaboradas pelos discentes em cada uma das sete questões que constituem a verificação de aprendizagem. Não foi realizada uma discussão dos resultados nas questões de 1 a 6 uma vez que não há trabalhos correlatos que abordem a proposta no ensino, todavia realiza-se uma discussão dos resultados na questão 7, pois há o trabalho de Escobar e Matoso (2018) que apresenta uma climatologia das ZCAS.

### *Interação durante a aula*

O docente solicita aos alunos que busquem no google imagens por ZCAS. O aluno J mostra uma foto colhida onde foi solicitado e pergunta o que representa o termo convergência. O professor afirma que convergência está associada ao conceito de baixa pressão atmosférica, isto é, clima instável que se traduz em situação propícia, por exemplo, à ocorrência de chuva em forma de pancada, trovoadas, rajada de vento e nuvens cumuliformes.

O docente levou, em duas etapas, os discentes para fora da sala de aula em direção ao segundo piso da instituição (local mais alto e com menos obstáculos à visualização de nuvens) permanecendo com eles durante cerca de cinco minutos a fim de mostrar nuvens cumuliformes na abóbada celeste uma vez que a época é propícia à formação desta categoria de nuvens.

J pergunta se é a umidade relativa alta que gera a instabilidade ou se a instabilidade gera a umidade alta. Foi respondido que a segunda proposição era a correta.

A discente G pergunta que valores de umidade relativa estariam relacionados à instabilidade. O instrutor esclareceu que a umidade não pode estar extremamente baixa e nem extremamente alta, neste último caso muito provavelmente deve estar se formando um nevoeiro (situação de estabilidade atmosférica). Assim sendo, não há um rígido valor de umidade relativa para se classificar o tempo como instável.

O aluno K pergunta sobre o que está convergindo para as áreas de baixa pressão atmosférica. Foi respondido que a umidade, os ventos, a precipitação e tudo mais relacionado a condições de instabilidade atmosférica.

Foi exemplificada pelo educador a catástrofe do Vale do Itajaí no ano de 2008 em Santa Catarina quando precipitaram mais de 700 mm de chuva com bases nos conceitos de alta e baixa



pressões atmosféricas. Formaram-se uma alta no oceano e uma baixa no vale do Itajaí e assim, a água saía do oceano e ia para o vale do Itajaí em grande quantidade.

A discente G pergunta se as ZCAS produzem tempestades tropicais. Responde-se que sim, afinal de contas o fenômeno abrange muitas regiões tropicais no país que estão sob influência de baixas pressões e direcionam a ocorrência de fenômenos intensos do ponto de vista meteorológico.

Quando foi solicitado aos alunos pesquisarem no google imagens sobre os centros béricos na América do Sul, o aprendiz G indaga o que significa nas cartas o “H”. Explica-se que é uma abreviatura inglesa de high (H), ou seja, alta pressão. O preceptor exemplifica como exemplo que área de alta pressão permanente pode promover o surgimento de desertos como no caso de Atacama do Chile já que as nuvens que vêm do lado oeste da Cordilheira dos Andes não a ultrapassam e assim a chuva não chega à região situada a leste da montanha. Por essa razão, esta última é um deserto.

Ainda se salientou que ondas de calor em Cuiabá sempre vão ocorrer se não avançarem frentes frias pela cidade e nem formarem as ZCAS, traduzindo-se em uma circunstância que envolve temperaturas muito elevadas e uma umidade relativa extremamente baixa.

O acadêmico J pergunta se chegou a acontecer de uma ZCAS permanecer por mais de duas semanas. Respondeu-se que até o presente momento não segundo os estudos que envolvem a duração dela.

O aluno I pergunta se para identificar ZCAS é necessário olhar a pressão na informação meteorológica. Responde-se que sim e o valor tem de estar baixo, mas não é suficiente, pois é necessário também investigar outras variáveis meteorológicas.

O estudante K indaga o que significa no METAR o termo CAVOK. Explana-se que se trata de uma abreviatura de *ceiling and visibility ok* (céu e visibilidade ok), em outras palavras, uma situação extremamente favorável à navegação aérea

D pergunta como identificar o ângulo do vento na mensagem. Explica-se que é necessário apenas ver os três primeiros algarismos dos cinco que se apresentam à frente de KT na mensagem.

Finalmente a acadêmica G questiona de que maneira se identifica a umidade já que ela não está expressa no código. O professor responde que deve se estimar apenas o quanto a temperatura e o ponto de orvalho estão próximos ou distantes no código METAR.

*As respostas escritas produzidas pelos alunos na íntegra em cada uma das cinco questões de forma ipsis litteris*

No quadro 1, são apresentadas as respostas escritas dos discentes de engenharia à questão *explique em palavras o significado da expressão zona de convergência do atlântico sul (ZCAS)*.

Interpretando o quadro, nota-se que a maior parte os discentes apresentaram, de alguma forma respostas pertinentes ao conceito do que significa a expressão, pois mencionam área de baixa pressão, região para onde convergem condições de tempo associadas à instabilidade atmosférica, atuam no sudeste brasileiro, faixa de nuvens que cobre do norte ao sul/sudeste do Brasil,.

Contudo, os acadêmicos D, F, H, P e R externaram em suas palavras concepções vagas a respeito do fenômeno meteorológico. D afirma que uma pressão vinda do norte, mas um centro bérico normalmente não se desloca e nem sempre vem do norte a ZCAS; F equivoca-se ao dizer que ventos fortes e umidades convergem para uma área de chuvas persistentes e o que ele deveria ter afirmado era a existência de uma área de baixa no atlântico sul fazer convergir vento, umidade e pode

desencadear chuvas torrenciais; H afirma que é uma área de baixa onde ocorre condições de tempo instáveis, mas não situa onde se forma a área (atlântico sul); P afirma que o fenômeno apenas ocorre no atlântico sul, no entanto há muitas outras regiões que sentem a influência; na concepção de R o atlântico sul fica perto da região central do Brasil talvez por não ter muito bem a ideia de distâncias representadas em um mapa.

Apesar de tudo, na faixa de 72,2% dos entrevistados apresentaram respostas apenas com elementos pertinentes à definição de ZCAS.

O quadro 2 mostra as respostas produzidas pelos estudantes à indagação: *Como se dispõe o sentido de deslocamento da ZCAS levando em consideração os pontos colaterais de direção geográfica?*

As respostas com elementos de pertinência ao que foi apresentado em sala são dos discentes A, B, D, E, G, J, M, N, O e Q (10 ao todo), ou seja, cerca de 55,5% dos discentes entenderam apresentaram aspectos relativos ao que foi realmente explanado pelo docente, isto é, um deslocamento que se direciona ao sul/sudeste e que se inicia no norte/noroeste.

Em relação aos demais, C equivocou-se quando afirmou que o deslocamento provém do Nordeste, F enganou-se quanto ao destino das ZCAS, H não entendeu a proveniência tampouco o destino do fenômeno estudado, I afirmou o que se espera para deslocamento de frentes frias no país, K escreve um texto em que aparecem muitas contradições, L afirmou algo na perspectiva do que disse I, P errou na perspectiva do que geralmente ocorre.

**Quadro 1** – Respostas em linguagem escrita dos estudantes à questão 1.

<i>Aluno</i>	<i>Resposta escrita dos estudantes à questão 1: Explique em palavras o significado da expressão zona de convergência do atlântico sul (ZCAS).</i>
A	A ZCAS é uma região de convergência, ou seja, uma região em que se converge a alta pressão, vinda da região noroeste do território brasileiro, mais precisamente da região da floresta amazônica
B	ZCAS é um fenômeno que ocorre em regiões de baixas pressões atmosféricas, caracterizada pela umidade que sai da Amazônia em direção as regiões sudeste, sul e sul do nordeste
C	É uma região de baixa pressão atmosférica, com condição de temperaturas instáveis como ventos fortes, chuvas de pancadas e tempestades
D	Onde uma pressão vinda do norte se desloca e converge no atlântico sul
E	É a área de baixa pressão próximo ao atlântico sul para onde converge a umidade, as nuvens vindas em geral da Amazônia
F	Refere-se a uma área onde ventos fortes, umidade alta convergem para uma área com chuvas persistentes e vem sempre da região noroeste para sudeste, uma área de alta pressão para baixa pressão
G	Refere-se a regiões onde se encontram as baixas pressões atmosféricas que se estacionam no atlântico sul, sudeste do Brasil. Essa queda de pressão ocasiona condições de tempo instáveis, como chuvas e ventos fortes, em determinadas épocas do ano, de outubro a março
H	É uma baixa pressão que acontece em regiões com condições instáveis como por exemplo ventos fortes, tempestades e umidade alta
I	Se trata de uma região de baixa pressão atmosférica, que vai do Amazonas até o sul/sudeste do país, caracterizada por trazer fortes chuvas, ventos fortes e tempo instável.
J	Região em que a pressão atmosférica é baixa, com condições instáveis, como ventos, pancada de chuva, trovoadas e umidade considerável, ela traz a umidade da Amazônia, atravessando todo o país, até chegar na região sul/sudeste.
K	Nada mais é a área/faixa de nuvem que começa na região norte do Brasil no caso amazonas e termina no sul/sudeste/sul do nordeste do Brasil
L	Um corredor de nuvens passando pelo Brasil começando da Amazônia até a região sudeste do Brasil ou sul do país
M	É uma faixa de nuvens que se estende desde a Amazônia até o atlântico, na direção noroeste e sudeste, ela é causada pela convergência de massa de ar quente e úmidos
N	É um corredor de umidade que passa na parte central do país com ventos do noroeste do país
O	Uma zona que percorre da Amazônia região noroeste até o atlântico. Ela se causa devido a alta pressão na amazônia causando uma divergência, para a baixa pressão convergindo sul/sudeste do país
P	Fenômeno meteorológico da região tropical do atlântico sul
Q	É uma faixa de nuvens que passa do noroeste ao sudeste com chuvas e baixa pressão
R	É uma área de convergência de ventos e chuvas que se forma sobre o oceano atlântico sul, próximo à região central do Brasil.

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

**Quadro 2** - Respostas escritas dos estudantes à questão 2.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 2: Como se dispõe o sentido de deslocamento da ZCAS levando em consideração os pontos colaterais de direção geográfica?
A	A ZCAS no território inicia o seu trajeto em direção ao sul do atlântico, originando no norte/noroeste
B	O deslocamento ocorre de noroeste para a região do atlântico sul
C	O deslocamento vem normalmente da região nordeste e parte até a região sudeste do país
D	Noroeste para sudeste
E	Vinda da direção noroeste para a direção sudeste
F	Se deslocam do sentido noroeste para o nordeste
G	Vai se deslocando em direção ao sudeste do Brasil. Ela começa no noroeste, desce pelo centro-oeste e por fim chega a região sudeste do país
H	O sentido da ZCAS está entre o norte e o oeste, indo para um sentido entre sul e leste
I	A ZCAS origina-se de um sentido indo para o sul e conforme adentra no continente vai mudando para o sudeste
J	Vem do noroeste e vai para o sudeste
K	O andamento começa da região nordeste para a região norte (Amazônia) até o sudeste, concluindo sua direção é de nordeste para sudeste
L	Está se deslocando da região sul ou sudeste do país
M	É de noroeste para sudeste, ou seja da região amazônica até o atlântico
N	Se dispõe na direção noroeste sentido sudoeste
O	Ela se desloca da região noroeste para sudeste, da Amazônia para o atlântico
P	Geralmente do norte para o sul
Q	Da região noroeste ao sul/sudeste
R	Normalmente se desloca de leste para oeste do Brasil

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

O quadro de número 3 exibe o retorno registrado pelos estudantes à indagação de número três contida no questionário: *Explique qual é aproximadamente a direção dos ventos na cidade de Cuiabá quando há ocorrência de ZCAS.*

São consideradas como respostas dotadas de elementos pertinentes o que proferem os acadêmicos A, B, D, E, G, H, M, N, O, Q e R (em torno de 61,1% do total) uma vez que citam noroeste, um ângulo pertinente à essa direção, norte, noroeste/norte.

Os demais escreveram respostas que não condizem com o que de fato ocorre em relação à direção aproximada do vento na cidade, alguns até confundiram direção com sentido como no caso de C e F, enquanto que I, J, K, L e P apresentaram aspectos impertinentes ao que ocorre na realidade.

**Quadro 3** – Respostas escritas dos estudantes à questão 3.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 3: Explique qual é aproximadamente a direção dos ventos na cidade de Cuiabá quando há ocorrência de ZCAS?
A	Os ventos tendem a iniciar do noroeste em direção ao sul/sudeste
B	Da região noroeste
C	A direção está entre nordeste e sudeste bem semelhante a questão 2
D	Aproximadamente 315°
E	O vento vem de direções entre o norte e o noroeste
F	Se deslocam do sentido noroeste para o nordeste
G	Os ventos vêm da direção noroeste/norte e vão em direção sudeste
H	O sentido é geralmente a mesma que citei na questão acima.
I	Os ventos tem a direção sudeste ao passar em Cuiabá
J	250° - 330°
K	A direção dos ventos em Cuiabá é sudeste
L	Entre 90 e 180°
M	Aproximadamente da região noroeste, ele vem em sentido da amazônia
N	Entre 300 a 330 graus em média. Direção noroeste
O	Ela vem mais ou menos da região noroeste
P	Os ventos geralmente sopram de leste para oeste
Q	Entre 270° e 360°
R	Os ventos geralmente sopram do norte/noroeste

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

No quadro de número 4, são apresentadas as percepções discentes para a pergunta de número 4, isto é, *como se apresenta a pressão atmosférica durante a ZCAS e por que razão ela assim se comporta?*

Admitem-se como respostas impertinentes apenas as proferidas pelos discentes M e O. M se equivoca já que a pergunta não é sobre como fica a pressão na Amazônia, além disso a pressão na Amazônia não pode ser inferior ao local onde o sistema ZCAS converge. No caso de O, não há nada para se levar em conta sobre satélites, pois a medição da pressão ocorre com barômetros.

Os demais (88,9% aproximadamente) foram relativamente bem na compreensão e indicam elementos pertinentes na fala deles, porque citam pressão baixa, convergência, valor menor do que 1013 hPa, instabilidade do tempo, fortes ventos e umidade alta.

**Quadro 4** - Respostas escritas dos estudantes à questão 4.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 4: Como se apresenta a pressão atmosférica durante a ZCAS e por que razão ela assim se comporta?
A	A pressão, quando ocorre o fenômeno, tende a cair devido as regiões de convergência e divergência
B	Apresenta pressão atmosférica baixa e umidade alta, se comporta desta forma devido as zonas de convergência e divergência
C	A pressão atmosférica se encontra baixa
D	Pressão baixa abaixo de 1013
E	Baixa pressão atmosférica
F	Apresenta-se baixa durante a ZCAS devido a convergência da massa de ar
G	A pressão atmosférica tende a ficar baixa, ou seja, menor que 1013
H	É baixa durante a ZCAS
I	Se trata de uma baixa pressão, por causa da umidade alta e fortes ventos
J	A pressão é baixa devido à umidade do evento atmosférico
K	A pressão se comporta de forma baixa, pois ela é convergente com a umidade alta e fortes ventos
L	A pressão está baixa e converge coisas ruins
M	Há uma baixa pressão da Amazônia
N	A pressão costuma ser baixa
O	Durante a ZACA ela varia muito, dependendo da posição do satélite meteorológico da região
P	A pressão atmosférica na região tende a diminuir
Q	A pressão atmosférica fica baixa por conta da instabilidade do tempo
R	A pressão tende a diminuir, isso devido ao padrão de circulação de ar associado a ZCAS

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

No quadro 5, mostra-se como os estudantes responderam à pergunta *A ZCAS é responsável porque fenômeno em que época do ano na cidade de Cuiabá?*

Observa-se que expressam uma resposta insatisfatória os aprendizes excetuando-se F, L, N, P e R. F provavelmente imaginou que estava sendo perguntado apenas em que época do ano o fenômeno ocorre e não mencionou o que ele provoca, L não faz menção ao período do ano em que ocorre, N diz apenas se tratar de um período de precipitações e não faz menção à época do ano em que ocorre, P não menciona qual é o fenômeno provocado pela ZCAS e R não diz o momento em que ocorre.

Os demais estudante (cerca de 72,2%) expressam respostas pertinentes ao que foi explanado visto que trazem alguns elementos, tais como ventos fortes, chuvas, chuvas intensas, pancadas de chuva, verão, outubro a dezembro.

**Quadro 5** - Respostas escritas dos estudantes à questão 5.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 5: A ZCAS é responsável porque fenômeno em que época do ano na cidade de Cuiabá?
A	Ventos e chuvas fortes. Costuma ocorrer no mês de outubro e ir até dezembro
B	Este fenômeno é responsável pelas pancadas de chuva que podem ocorrer a partir de outubro, podendo durar até dezembro. Também é comum ocorrer nos meses de janeiro a março por serem meses mais úmidos.
C	Responsável por chuvas intensas, média de 3 a 5 dias, mas pode acontecer de ficar até duas semanas. De janeiro a março ela aparece em Cuiabá ou possivelmente em outubro a dezembro
D	Chuva entre janeiro e março e outubro a dezembro
E	É responsável pelas chuvas no período úmido da cidade
F	Entre outubro a março, sendo mais comum de janeiro a março que é a estação chuvosa em Cuiabá
G	Ela é responsável por provocar chuvas e ventos intensos nas épocas mais úmidas do ano, de outubro a março principalmente
H	É responsável pelas pancadas de chuva em Cuiabá. Que acontecem entre os meses de janeiro a março e outubro a dezembro, tendo em média duração de 3 a 5 dias
I	Chuvas intensas, pode acontecer nos três primeiros e três últimos meses do ano
J	ZCAS causa chuva em épocas úmidas do ano, em Cuiabá no início do ano principalmente, de janeiro a março e algumas vezes abril ou outubro-dezembro
K	Dias de chuvas intensas no verão (janeiro a março) ou possivelmente podem aparecer de outubro a dezembro
L	É responsável por umidade e eventos intensos climáticos
M	Responsável por trazer chuvas fortes e frequentes, geralmente ocorre no verão
N	É responsável por um período de precipitações, causando cheias nos biomas locais
O	A ZCAS é responsável e podem ser vistas nos meses chuvosos, onde temos dias seguidos de fortes chuva com grande intensidade
P	Durante a estação chuvosa de verão de dezembro a março
Q	Chuvas intensas podendo ocorrer até em 2 semanas consecutivas e sua maior ocorrência é entre janeiro e março
R	Em trazer chuvas intensas e frequentes

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

No quadro 6, mostra-se como os estudantes responderam à questão *explique em palavras quanto tempo pode durar um fenômeno como a ZCAS*.

O que se observa pelas respostas desenvolvidas é que os acadêmicos E, N, O e P não foram apresentaram resposta pertinentes ao conceito. O discente E disse equivocadamente que as ZCAS podem durar mais do que duas semanas; N disse quando elas costumam ocorrer, mas era necessário definir durante quanto tempo pode ocorrer um único fenômeno como este; O afirmou que eram necessários pelo menos quatro dias e poderia chegar a dezessete e P disse que era variável e que dependia de fatores que na realidade não dependem.

Os demais estudantes apresentaram aspectos pertinentes à pergunta uma vez que mencionaram normalmente entre 3 e 5 dias, pode durar até duas semanas, quatorze dias consecutivos,

uma ou duas semanas. Tal fato retrata um êxito de aproximadamente 77,8% em relação ao total dos alunos.

**Quadro 6** - Respostas escritas dos estudantes à questão 6.

Aluno	Resposta escrita dos estudantes à questão 6: Explique em palavras quanto tempo pode durar um fenômeno como a ZCAS.
A	Em média, a ZCAS pode durar de 3 a 5 dias, porém, em casos extremos em que o fenômeno está mais forte, pode durar até duas semanas na região sul/sudeste
B	Em média durante de 3 a 5 dias, também há casos de durar 2 semanas na região sudeste
C	O fenômeno pode durar entre 3 e 5 dias e já foi registrado o fenômeno em até duas semanas consecutivas
D	Normalmente entre três e cinco dias, podendo chegar a 2 semanas
E	Usualmente não duram mais que duas semanas porem existem algumas exceções
F	A ZCAS dura em média de 3 a 5 dias
G	A ZCAS pode ser responsável por provocar chuvas intensas durante 3 a 5 dias seguidos, aqui na região de Cuiabá. Já em regiões no sudeste, a ZCAS pode ocasionar chuvas intensas durante duas semanas seguidas e por fim, estacionar no atlântico sul se tornando uma frente estacionária
H	Em Cuiabá que se encontra na região centro-oeste o ZCAS tem a duração de 3 a 5 dias. Mas em alguns lugares no sul pode durar até duas semanas
I	Geralmente de 3 a 5 dias, mas já ocorreu do fenômeno durar 2 semanas
J	O ZCAS na média dura de 3 a 5 dias, causando precipitações nesse período e pode chegar a 2 semanas
K	Geralmente o fenômeno ocorre de 3 a 5 dias, podendo se estender a 2 semanas em alguns lugares
L	Pode durar normalmente de 4 a 5 dias mas pode se estender para até duas semanas
M	Pode ocorrer durante 1 ou 2 semanas no mês
N	Costumam ocorrer entre outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e meados de abril
O	Para ser preciso tendo quatro dias seguidos é o mínimo para uma ZACA chegando até dez dias, mais podemos notar algumas mais longas de até 17 dias
P	Variável de depende fatores como temperatura da superfície do mar
Q	3 a 5 dias, podendo chegar a duas semanas
R	Até 14 dias consecutivos

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

Na tabela 2, é possível observar a resposta à questão de número 7 (*Quantas zonas de convergência do atlântico sul você identificou em sua cidade com o auxílio do código METAR?*) desenvolvida por treze dos dezoito estudantes em cada um dos anos para o qual foram solicitados a realizar a tarefa a partir do arquivo que continha o histórico de mensagens meteorológicas horárias de 2010 a 2019. Os casos em que o aluno não fez a tarefa foram preenchidos em todos os meses com o termo “Não fez”. Alguns discentes realizaram a tarefa apenas para alguns meses em um determinado ano e nos meses em que não se realizou a tarefa, preencheu-se a tabela com o termo anterior destacado entre aspas.



Os alunos B, E, L e P não realizaram a atividade em virtude de não conseguirem baixar o arquivo com o histórico meteorológico no telefone e O não estava com o telefone no momento da atividade. Ao todo, portanto, foram treze alunos que realizaram a atividade.

O parâmetro segundo o qual se está analisando a resposta emitida pelos alunos como correta ou errônea dizem respeito aos dados apresentados na tabela 1.

Entre tantos fatores que podem ter contribuído para a ausência de êxito na atividade prática para aqueles que a realizaram pelo menos parcialmente, podem se destacar o fato de alguns não obterem êxito na atividade teórica, a desatenção no momento em que estava navegando no histórico de dados e o tempo que foi destinado à execução.

Apesar de eventuais equívocos cometidos na atividade prática pelos discentes, acredita-se na importância de ter sido desenvolvida a atividade, pois pelo menos eles puderam ter um primeiro contato com conceitos que fazem parte da climatologia da cidade e que são pouco explorados nas disciplinas de ciências naturais.

**Tabela 2** – Quantidade de ZCAS enumeradas pelos discentes por meses e anos em Cuiabá.

<i>Aluno</i>	<i>Ano</i>	<i>outubro</i>	<i>novembro</i>	<i>dezembro</i>	<i>janeiro</i>	<i>fevereiro</i>	<i>março</i>
A	2016	0	2	2	1	1	0
B	2012	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez
C	2010	Não fez	Não fez	Não fez	2	3	Não fez
D	2011	1	0	2	3	2	2
E	2019	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez
F	2014	0	1	2	2	3	1
G	2010	2	1	1	Não fez	Não fez	Não fez
H	2017	2	1	2	4	3	3
I	2018	0	1	1	3	1	1
J	2013	2	2	1	3	1	1
K	2015	1	2	2	2	1	2
L	2012	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez
M	2014	1	2	2	5	3	2
N	2010	1	0	1	1	3	0
O	2014	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez
P	2015	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez	Não fez
Q	2011	0	0	1	1	2	4
R	2013	1	0	1	3	2	4

Fonte: Elaborado pela pesquisa, 2024.

Analisando o ano de 2010, o que se nota é o aluno N não conseguiu obter as oito ZCAS obtidas na climatologia de ZCAS, entretanto conseguiu identificar a ocorrência de exatamente uma ZCAS no mês de janeiro do referido ano. Ainda em relação ao mesmo ano, o acadêmico G identificou as duas ZCAS no mês de janeiro e C não obteve contagem igual na identificação das ocorrências nos meses em que analisou.

Os resultados obtidos por D não condizem com a referência aqui adotada em nenhum dos meses analisados em 2011. O discente Q, por sua vez, no mesmo ano obteve o valor do trabalho de referência aqui analisado na contagem nos meses de janeiro e fevereiro. Nenhum dos alunos realizou a contagem para o ano de 2012.

Os aprendizes J e R, responsáveis pelo cálculo da existência do fenômeno no ano de 2013, obtiveram o mesmo resultado respectivamente nos meses de dezembro e março e de outubro, dezembro e fevereiro como no trabalho de Escobar e Matoso (2018).

Entre os discentes responsáveis pelo ano de 2014 (F e M), o que se observa é que M obteve o mesmo resultado apontado por Escobar e Matoso (2018) nos meses de outubro, novembro, dezembro e março e F só conseguiu obter o mesmo resultado no mês de dezembro.

O único acadêmico que realizou a verificação em 2015 (P) só obteve o mesmo resultado pelo artigo de referência no mês de outubro. O acadêmico A obteve o mesmo resultado que Escobar e Matoso (2018) nos meses de dezembro e fevereiro no ano de 2016. O estudante H não obteve as mesmas respostas desenvolvidas pelos referidos autores em nenhum dos meses analisados de 2017.

Finalmente, não é possível discutir os resultados obtidos em 2018 por I, pois o trabalho adotado como referência não aborda os referidos anos.

## **Considerações Finais**

Este artigo apresentou a realização de uma experiência de ensino sobre o fenômeno meteorológico denominado zona de convergência do atlântico sul em Cuiabá na disciplina de Física Geral 2 da Engenharia, para isso foi utilizada uma série histórica de dados meteorológicos do código METAR especificamente para a cidade de Cuiabá.

Buscou-se mais especificamente, portanto, definir o conceito, ensinar como reconhecê-las no código meteorológico METAR por meio das variáveis que elucidam o fato e auxiliar na identificação de ZCAS como uma atividade prática dispondo de uma série histórica correspondente ao período compreendido entre 2010 e 2019.

Assim, tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos foram plenamente atendidos, expondo o potencial da intersecção entre a disciplina de Física Geral 2 com tópicos da área de Meteorologia no sentido de mediar conhecimentos práticos da realidade de vida desses estudantes.

Faz-se aqui um balanço positivo desta experiência em ensino de ciências, pois na avaliação de aprendizagem proposta ocorreu o êxito de pelo menos 55,5% dos discentes em seis das sete indagações em que consistia o teste.

No que concerne às atividades práticas em ciências, entende-se que a questão sete do teste de verificação de aprendizagem pode ser entendida como Experimento Investigativo já que há uma pergunta a ser respondida e que só pode ser respondida fazendo uma investigação nos dados experimentais.

Julga-se necessária a elaboração de mais experiências de ensino que abordem fenômenos meteorológicos em uma atividade prática seja com dados de superfície, seja com dados de altitude em aulas de Física em toda e qualquer modalidade de ensino, pois é necessário dentro do possível promover a apropriação do conhecimento crítico das pessoas sobre esses tipos de fenômenos para que possam, por investigação, confirmar a efetivação de mudanças nas características do meio ambiente.

## Referências

Abreu, M. L. (1998). Climatologia da Estação Chuvosa de Minas Gerais: De Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Geonomos*, 6(2): 17-22. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11466>. Acesso em 16 de mar 2024.

Alvarenga, L. A. (2012). Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Revista Agrogeoambiental*. v.4, n2. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/452>. Acesso em 16 de mar 2024.

Andrade, M. L. F.; Massabni, V. G. O. (2011). Desenvolvimento de Atividades Práticas na Escola: Um Desafio para os Professores de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-85. Disponível em: [SciELO - Brasil - O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências](https://doi.org/10.1590/0102-77863730060) . Acesso em: 20 dez. 2023.

Bassoli, F. (2014). Atividades Práticas e o Ensino-Aprendizagem de Ciência(s): Mitos, Tendências e Distorções. *Ciência e Educação*. Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593. Disponível em: [SciELO - Brasil - Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência\(s\): mitos, tendências e distorções Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência\(s\): mitos, tendências e distorções](https://doi.org/10.1590/0102-77863730060). Acesso em 20 dez. 2023.

Braga, H. A.; Ambrizzi, T. A. (2022). Variabilidade Intrassazonal e Interanual do Acoplamento entre a Zona de Convergência do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis. *Rev. bras. meteorol.* 37 (3) • Jul-Sep <https://doi.org/10.1590/0102-77863730060> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/wYDrH5PrPzzj6MmwhzvKh3S/>. Acesso em 16 de mar 2024.

Brasil. Ministério da Defesa. Central de Ajuda. Disponível em: <https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/como-decodificar-o-metar-e-o-speci/>. Acessado em 28 de out 2023.

Campos, M. C. C.; Nigro, R. G. (1999). *Didática de Ciências: O Ensino-Aprendizagem como Investigação*. São Paulo: FTD.

Carvalho, L. M. V; Jones, C.; Liebmann, B. (2004). The South Atlantic convergence zone: Intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. *Journal of Climate*, v. 17, p. 88–108. Disponível em [https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/17/1/1520-0442\\_2004\\_017\\_0088\\_tsaczi\\_2.0.co\\_2.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/17/1/1520-0442_2004_017_0088_tsaczi_2.0.co_2.xml). Acessado em 16 de mar 2024.

Chaves, R. R.; Satyamurty, E P. Estudo das Condições Regionais Associadas a um Evento de Forte ZCAS em janeiro de 2003. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, n.1, 134-140, 2006. Disponível em: <http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m15@80/2006/09.15.12.36/doc/chaves.pdf>. Acesso em 11 out. 2024.

Escobar, G. C. J.; Matoso, V. (2018). Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): Definição Prática segundo uma Visão Operacional. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Maceió. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/download/14163/7394/45321>. Acessado em 16 de mar de 2024.

Kodama, Y. M. (1992). Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the baiu frontal zone, the spcz, and the sacz) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. Ser. II, v. 70, n. 4, p. 813-836. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?vid=e59ca40f-63ba-4f1e-936d-e403f18faa0c>; acesso em 16 de mar 2024.

Kousky, V. E. (1998). Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. *Revista Brasileira de Meteorologia*, n. 3, p. 217-231.

Krasilchik, M. P. (2008). *Prática de ensino de biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp.

Lima, K. C.; Satyamurty, P.; Fernández, J. P. R. Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in southeast Brasil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 101, n. 1- 2, p. 121-135, 2010. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2010ThApC.101..121L/abstract>. Acesso em 16 de mar 2024.

Ministério da Defesa Comando da Aeronáutica. (2012). *FCA 105-3: Códigos meteorológicos METAR e SPECI*. Disponível em <http://dca.iag.usp.br/material/ritaynoue/aca-0522/referencias/manual%20METAR.pdf>. Acessado em 28 out 2023.

Quadro, M. F. L. (1993). “Estudos de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul”. Tese de Mestrado orientada pela autora Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP. INPE-6341-TDI/593.

Quadro, M. F. L. Dias, M. A. F. S.; Herdies, D. L.; Gonçalves, L. G. D. (2012). Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 27 <https://doi.org/10.1590/S0102-77862012000200004>. Acesso em 09 out. 2024.

Rocha, A. M. G. C.; Gandu, A. W. (1998). A Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Climanálise*. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/68948>. Acessado em 24 de mar 2024.

Santos, V. J.; Fialho, E. S. Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Impactos Pluviais Intensos: O Caso da Cidade de Ubá/MG. *Revista Brasileira de Climatologia*. Ano 12 – Vol. 19 – JUL/DEZ 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/23834/1/artigo.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2024.

Trópia, G. B. A. (2009). Relações dos alunos com o aprender no ensino de biologia por atividades investigativas. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/93177/266452.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 31 jul. 2012.

Vera, C.; Higgins, W.; Amador, J.; Ambrizzi, T.; Garreaud, R.; Gochis, D.; Gutzler, D.; Lettenmaier, D.; Marengo, J.; Mechoso, C. R.; Nogles-Paegle, J.; Silva Dias, P. L.; Zhang, C. (2006). Towards a unified view of the American Monsoon systems. *Journal of Climate* v.19, p.4977-5000. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/19/20/jcli3896.1.xml>. Acessado em 24 de mar 2024.

Vieira, S. O.; Oliveira, N. V.; Satyamurti, P.; Andreoli, R. V. (2014). Aplicação do método Fuzzy na classificação da zona de convergência do Atlântico Sul no sul da Amazônia. *Rev. bras. meteorol.* 29 (4) • Dez • <https://doi.org/10.1590/0102-778620130659>.

Zompero, A. F.; Laburu, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/34725>. Acesso em: 20 dez. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/bNzJG4WDMMZrMrDzGdQsS8q/?lang=pt#>. Acesado em 24 de mar 2024.