RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 15/08/2026 | aceito: 18/08/2026 | publicação: 21/08/2026

Mecanismos de formação dos ventos em escala planetária: fundamentos da circulação atmosférica global

Planetary-scale wind formation mechanisms: fundamentals of global atmospheric circulation
Mecanismos de formación de los vientos a escala planetaria: fundamentos de la circulación atmosférica global

Lucas Emanuel Almeida Barboza

Resumo:
O vento, enquanto recurso energético, é o produto final de complexos processos termodinâmicos e dinâmicos que ocorrem na atmosfera terrestre. O presente artigo apresenta uma revisão bibliográfica qualitativa com o objetivo de analisar os mecanismos de formação dos ventos em escala planetária, detalhando os fenômenos que regem a circulação atmosférica global. A metodologia fundamenta-se em uma revisão integrativa da literatura, baseada em obras seminais de meteorologia dinâmica e climatologia. Os resultados indicam que a gênese dos ventos em macroescala é governada pelo aquecimento diferencial da superfície terrestre pela radiação solar, em conjunto com as forças aparentes geradas pela rotação da Terra, notadamente a Força de Coriolis. Conclui-se que a compreensão estrutural do sistema climático tricelular (células de Hadley, Ferrel e Polar) é imprescindível não apenas para a meteorologia, mas para o planejamento estratégico da matriz eólica, visto que determina as macrorregiões de maior potencial energético do planeta.

Palavras-chave:
Circulação atmosférica. Escala planetária. Força de Coriolis. Gradiente de pressão. Meteorologia.

Abstract:
Wind, as an energy resource, is the final product of complex thermodynamic and dynamic processes occurring in Earth's atmosphere. This article presents a qualitative literature review aimed at analyzing planetary-scale wind formation mechanisms and detailing the phenomena that govern global atmospheric circulation. The methodology is based on an integrative literature review grounded in seminal works on dynamic meteorology and climatology. The results indicate that the origin of macroscale winds is governed by differential solar heating of Earth's surface together with the apparent forces generated by Earth's rotation, particularly the Coriolis force. It is concluded that a structural understanding of the three-cell climate system (Hadley, Ferrel, and Polar cells) is essential not only for meteorology but also for strategic wind-energy planning, since this system determines the planet's macroregions with the greatest energy potential.

Keywords:
Atmospheric circulation. Planetary scale. Coriolis force. Pressure gradient. Meteorology.

Resumen:
El viento, como recurso energético, es el producto final de complejos procesos termodinámicos y dinámicos que ocurren en la atmósfera terrestre. Este artículo presenta una revisión bibliográfica cualitativa cuyo objetivo es analizar los mecanismos de formación de los vientos a escala planetaria, detallando los fenómenos que rigen la circulación atmosférica global. La metodología se fundamenta en una revisión integradora de la literatura basada en obras seminales de meteorología dinámica y climatología. Los resultados indican que el origen de los vientos a macroescala está gobernado por el calentamiento diferencial de la superficie terrestre

debido a la radiación solar, junto con las fuerzas aparentes generadas por la rotación de la Tierra, en particular la fuerza de Coriolis. Se concluye que la comprensión estructural del sistema climático tricelular (células de Hadley, Ferrel y Polar) es imprescindible tanto para la meteorología como para la planificación estratégica de la matriz eólica, pues determina las macrorregiones de mayor potencial energético del planeta.

Palabras clave:
Circulación atmosférica. Escala planetaria. Fuerza de Coriolis. Gradiente de presión. Meteorología.

1. Introdução

Na prospecção de recursos eólicos, embora a topografia local desempenhe um papel crucial, a disponibilidade primária do vento é intrinsecamente ditada pela meteorologia de macroescala. A atmosfera terrestre atua como uma gigantesca máquina térmica, cujo principal objetivo é redistribuir o calor acumulado nas regiões equatoriais em direção aos polos, mitigando o desequilíbrio térmico global (WALLACE; HOBBS, 2006). Nesse sentido, o vento não é um fenômeno aleatório, mas um vetor de transporte de massa e energia inserido em um sistema dinâmico global. Entender as forças que impulsionam e desviam essas massas de ar é fundamental para compreender a sazonalidade e a previsibilidade climática (VAREJÃO-SILVA, 2006). O objetivo deste estudo é analisar os princípios físicos e os mecanismos termodinâmicos que dão origem aos ventos em escala planetária, descrevendo a estrutura da circulação geral da atmosfera.

2. Marco teórico

2.1. O balanço de radiação e a força do gradiente de pressão

O motor primário da formação dos ventos é a radiação solar. Devido à esfericidade da Terra e à inclinação do seu eixo, as regiões de baixas latitudes (equador e trópicos) recebem uma carga de radiação solar muito superior àquela recebida nas altas latitudes (polos). Esse aquecimento diferencial faz com que o ar quente e menos denso do equador suba, criando zonas de baixa pressão na superfície, enquanto nos polos o ar frio e denso desce, formando zonas de alta pressão (AHRENS, 2012). Essa diferença espacial na pressão atmosférica dá origem à Força do Gradiente de Pressão (FGP). A dinâmica dos fluidos estabelece que o ar é forçado a se deslocar sempre das áreas de alta pressão para as áreas de baixa pressão, caracterizando o mecanismo primordial que inicia o movimento do vento (HOLTON, 2004).

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 15/08/2026 | aceito: 18/08/2026 | publicação: 21/08/2026

2.2. A Força de Coriolis e o sistema tricelular

Se a Terra fosse estacionária, os ventos soprariam em linha reta dos polos para o equador. No entanto, a rotação do planeta introduz uma força inercial conhecida como Força de Coriolis, que desvia as trajetórias do vento para a direita no Hemisfério Norte e para a esquerda no Hemisfério Sul (HOLTON, 2004). A interação entre o gradiente de pressão e a Força de Coriolis impede uma circulação direta polo-equador, fragmentando o fluxo atmosférico em um modelo tricelular, conforme descrito por Wallace e Hobbs (2006):

- Célula de Hadley: localizada entre o equador e aproximadamente 30° de latitude, é responsável pela formação dos ventos alísios, de extrema importância, por exemplo, para a alta produtividade eólica na costa do Nordeste brasileiro.
- Célula de Ferrel: opera nas latitudes médias (30° a 60°), gerando os ventos predominantes de oeste (westerlies).
- Célula Polar: estende-se dos 60° até os polos, caracterizada por ventos frios de leste.

3. Material e método

A pesquisa apresenta caráter qualitativo, estruturada por meio de uma revisão integrativa da literatura especializada em ciências atmosféricas. A base da coleta de dados foi composta por livros clássicos de meteorologia dinâmica e física, essenciais na formação de especialistas no setor. O período de análise não se restringiu apenas a publicações recentes, dado que os princípios físicos da circulação atmosférica são postulados bem estabelecidos na ciência climática há décadas. A análise dos dados foi conduzida de forma a sintetizar a cadeia causal do vento, desde sua origem termodinâmica até a sua manifestação vetorial nas diferentes latitudes.

4. Resultados e discussão

A análise do referencial teórico revela que os sistemas planetários de ventos são altamente previsíveis em macroescala, o que oferece uma base sólida para modelos climáticos de longo prazo. A estabilidade das células de Hadley e dos ventos alísios demonstra por que regiões intertropicais costeiras oferecem os melhores fatores de capacidade (produtividade) para parques eólicos em nível global (AHRENS, 2012). Contudo, a discussão atual na literatura

aponta que a circulação planetária não é estática. Mudanças no balanço energético global, influenciadas por anomalias nas temperaturas da superfície do mar - como os fenômenos El Niño e La Niña - causam deslocamentos e variações de intensidade nas células de circulação (VAREJÃO-SILVA, 2006). Tais eventos introduzem anomalias temporárias nos regimes de vento, exigindo que os modelos de previsão eólica extrapolem as médias históricas para contabilizar riscos associados a anomalias climáticas.

5. Considerações finais

O estudo evidencia que o vento, fundamental para a geração de energia renovável, é o produto da busca contínua da atmosfera terrestre pelo equilíbrio termodinâmico, modulado pelas forças de rotação do planeta. O domínio desses mecanismos de escala planetária revela-se crucial para entender a climatologia dos ventos de qualquer região. A contribuição deste trabalho está em resgatar a base meteorológica pura e conectá-la ao entendimento da viabilidade espacial dos recursos eólicos. Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se a investigação detalhada de como as mudanças climáticas globais, ao reconfigurarem o gradiente térmico entre os polos e o equador, poderão alterar a força e a posição das correntes de jato e dos ventos alísios nas próximas décadas.

Referências

AHRENS, C. Donald. Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment. 10. ed. Belmont: Brooks/Cole Cengage Learning, 2012.

HOLTON, James R. An Introduction to Dynamic Meteorology. 4. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2004.

VAREJÃO-SILVA, Marcos Adelmo. Meteorologia e Climatologia. 2. ed. Recife: Versão Digital, 2006.

WALLACE, John M.; HOBBS, Peter V. Atmospheric Science: An Introductory Survey. 2. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2006.