

Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano



Lourenço Magnoni Júnior
David Stevens
Eymar Silva Sampaio Lopes
Evandro Antonio Cavarsan
José Misael Ferreira do Vale
Maria da Graça Mello Magnoni
Tabita Teixeira
Wellington dos Santos Figueiredo

Organizadores

***REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES E A
RESILIÊNCIA NO MEIO RURAL E URBANO***

1ª EDIÇÃO

SÃO PAULO
CENTRO PAULA SOUZA
2017

Expediente:

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Diretora Superintendente:

Laura Laganá

Vice-Diretor Superintendente:

Luiz Antonio Tozi

Unidade de Ensino Superior de Graduação - CSEU

Coordenador:

André Alves Macêdo

Unidade de Ensino Médio e Técnico - CETEC

Coordenador

Almério Melquiades de Araújo

Agência de Inovação INOVA Paula Souza

Diretor:

Mauro Zackiewicz

Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho - Cabralia Paulista - SP

Diretora:

Gláucia Rachel Branco Castro

Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais da Agência de Inovação INOVA Paula Souza

- Cabralia Paulista - SP

Coordenadores:

Lourenço Magnoni Júnior

Wellington dos Santos Figueiredo

Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR)

Senior Programme Management Officer:

David Stevens

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Diretor:

Ricardo Magnus Osório Galvão

Chefe da Divisão de Processamento de Imagens (DPI)

Lúbia Vinhas

Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru)

Diretor:

Elian Alabi Lucci

Revisão:

José Misael Ferreira do Vale (UNESP Bauru)

Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza)

Maria da Graça Mello Magnoni (UNESP Bauru)

Wellington dos Santos Figueiredo (Etec Cabralia Paulista)

Normatização bibliográfica:

Bibliotecária Rosicler Sasso Silva (CRB/8-5631) - Faculdade de Tecnologia de Lins - SP

Corpo Editorial:

Direção:

Dr. Lourenço Magnoni Júnior (Centro Paula Souza)

Ms. Wellington dos Santos Figueiredo (Centro Paula Souza)

Conselho:

Dr. **Cláudio Artur Mungófi** (Faculdade de Letras e Ciências Sociais da Universidade Eduardo Mondlane - Maputo - Moçambique)

Dr. **Diamantino Pereira** (Professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (USP) - São Paulo - SP)

Dr. **Eduardo Soares Macedo** (Pesquisador IPT - São Paulo - SP)

Dr. **Eronildo Braga Bezerra** (Faculdade de Ciências Agrárias da UFAM - Manaus - AM)

Dr. **Eymar Silva Sampaio Lopes** (Pesquisador INPE - São José dos Campos - SP)

Dr. **Fábio Betioli Contel** (Professor do Departamento de Geografia da FFLCH/USP)

Dr. **Humberto Alves Barbosa** (Professor do Instituto de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Alagoas - UFAL)

Dr. **João Carlos Cury Saad** (Professor e diretor da Faculdade de Ciências Agronômicas - Campus de Botucatu - UNESP)

Dr. **Joseph Dean Straubhaar** (Professor de Comunicação - University of Texas - Austin Texas/USA)

Dr. **José Misael Ferreira do Vale** (Departamento de Educação UNESP - Bauru - SP)

Dr. **José Mauro Palhares** (Departamento de Geografia UFAP - Olapoque - AP)

Dr. **Ladislau Martin Neto** (Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa - Brasília - DF)

Dr. **Luciano Lourenço** (Departamento de Geografia da Faculdade de Letras - Universidade de Coimbra - Portugal)

Dr. **Lucivânio Jatobá de Oliveira** (Professor adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE)

Dr. **Marcos David Ferreira** (Pesquisador da Embrapa Instrumentação - São Carlos - SP)

Dr.^a **Maria Laura Silveira** (Professora do Instituto de Geografia da Universidade de Buenos Aires)

Dr.^a **Maria Mônica Arroyo** (Professora do Departamento de Geografia da FFLCH/USP)

Dr. **Oswaldo Massambani** (Professor IAG/USP e ex-Diretor da Agência de Inovação INOVA Paula Souza do Centro Paula Souza)

Dr. **Rodrigo Lilla Manzione** (Professor da UNESP Campus experimental de Quirinhos e do Programa de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UNESP/FCA de Botucatu)

Dr.^a **Rosario Maldonado** (Professora de Geografia Urbana - Universidad Nacional - Mar del Plata - Argentina)

Dr. **Ruy Moreira** (Departamento de Geografia UFF - Niterói - RJ)

Dr.^a **Sílvia Maria Fonseca Silveira Massurhã** (Pesquisadora e Chefe Geral da Embrapa Informática Agropecuária - Campinas - SP)

Dr. **Túlio Barbosa** (Professor do Instituto de Geografia a Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Campus Santa Mônica)

Dr. **Wilson Tadeu Lopes da Silva** (Pesquisador e Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Instrumentação - São Carlos - SP)

Ilustrações da capa e miolo:

Tabita Teixeira - Jaú - SP

Diagramação:

Nilton de Araújo Junior

Impressão:

Superia Gráfica - (14) 3231-3636



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>. Direitos para esta edição foram cedidos pelos autores e organizador. Qualquer parte ou a totalidade do conteúdo desta publicação pode ser reproduzida ou compartilhada. Outra sem fins lucrativos e com distribuição gratuita. O conteúdo dos artigos publicados é de inteira responsabilidade de seus autores, não representando a posição oficial do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Dados para catalogação

M198r Magnoni Júnior, Lourenço
Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano / organizado por Lourenço Magnoni Júnior, David Stevens, Eymar Silva Sampaio Lopes, Evandro Antonio Cavarsan, José Misael Ferreira do Vale, Maria da Graça Mello Magnoni, Tabita Teixeira e Wellington dos Santos Figueiredo. - São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.
214 p. II

ISBN: 978-85-99697-89-4

1.Redução do risco de desastres. 2.Resiliência no meio rural e urbano. I.Stevens, David. II.Lopes, Eymar Silva Sampaio. III.Cavarsan, Evandro Antoni. IV.Vale, José Misael Ferreira do. V.Magnoni, Maria da Graça Mello. VI.Teixeira, Tabita. VII.Figueiredo, Wellington dos Santos. VIII.Titulo.

CDD 363.7

Organizadores:

Lourenço Magnoni Júnior
David Stevens
Eymar Silva Sampaio Lopes
Evandro Antonio Cavarsan
José Misael Ferreira do Vale
Maria da Graça Mello Magnoni
Tabita Teixeira
Wellington dos Santos Figueiredo

***REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES E A
RESILIÊNCIA NO MEIO RURAL E URBANO***

Instituições Parceiras:

Centro Integrado de Alerta de Desastres Naturais (CIADEN) da Agência de Inovação
INOVA Paula Souza do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Escritório das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Escola Técnica Estadual Astor de Mattos Carvalho – Cabrália Paulista – SP
Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Bauru (AGB/Bauru)

COMPREENDENDO DESASTRES NATURAIS E MITIGANDO SEUS EFEITOS: O ENSINO ESCOLAR DE GEOGRAFIA E OS VENDAVAIS

Fabiana Ferreira Borges¹

Nelson Rego²

Introdução

Nosso objetivo com este trabalho é apresentar propostas didáticas aplicáveis ao ensino de Geografia no nível médio e relativas à compreensão da dinâmica das formações dos vendavais no sul do Brasil e à formulação de medidas para mitigar os seus efeitos. As propostas fundamentam-se na Geografia e na Física, pois, para se ensinar sobre a dinâmica da atmosfera, tornam-se necessários conhecimentos pertinentes aos movimentos atmosféricos e às interações destes com as diferentes superfícies terrestres.

Vendavais são movimentos de grande intensidade associados aos gradientes de pressão atmosférica. São orientados pela existência de centros de ascendência – ciclones – e de subsidência – anticiclones – do ar, e seu movimento é condicionado pelas diferentes rugosidades do terreno (KOBAYAMA, 2006).

Aproximadamente 75% da população mundial habitam áreas que já se tornaram alvos de algum tipo de desastre natural ao menos uma vez durante o período de 1980 a 2000, havendo um aumento das ocorrências e dos impactos econômicos nos últimos anos (OKUYAMA; SAHIN, 2009). Esse aumento do impacto econômico é explicado em grande parte pelo acelerado crescimento das áreas urbanas ocorridas no mundo todo durante as últimas décadas.

Os vendavais vêm se mostrando como um dos tipos de desastre natural que mais vitima pessoas no Brasil, causando também grandes danos em perdas econômicas. A extensão composta pela Região Sul do Brasil e porções dos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás possui a segunda maior área de formação de tornados do mundo, perdendo apenas para o conhecido corredor de tornados dos Estados Unidos. Nessa extensão, os eventos de maior intensidade ocorrem na Região Sul.

1 Licenciada em Geografia e graduanda em Biologia Marinha pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: fabiferbor@gmail.com.

2 Professor no Departamento e no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: nelson.rego@ufrgs.br.

Possuímos carência de informações exatas acerca do número de pessoas afetadas e dos danos causados a essas populações. Em parte, isso acontece devido à precária averiguação das consequências pelos órgãos públicos. Outro fator importante para a incerteza quanto a esses dados são as diferentes metodologias utilizadas para realizar esses balanços e dar-lhes divulgação. Utilizaremos os dados fornecidos pelo Banco de Dados Mundial, ressaltando, porém, que este depende diretamente da alimentação de dados fornecidos pelos órgãos governamentais competentes.

Metodologia

White (1974), em estudo que permanece como referência universalmente reconhecida, propôs cinco itens para o estudo de desastres naturais, de modo a construir um trabalho integrado e eficaz na construção da resiliência das populações: 1) estimar a área ocupada pelo ser humano nas áreas de perigo e as vulnerabilidades presentes no local; 2) determinar a faixa de ajuste possível contra eventos extremos; (3) examinar como a população percebe os desastres naturais; (4) examinar os processos de seleção de medidas adequadas; (5) estimar os efeitos da política sobre essas medidas.

Seguiremos as informações do *Emergency Disasters Data Base*, órgão ligado ao *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*, para trabalharmos com dados quantitativos sobre danos e pessoas afetadas pelos desastres naturais.

Utilizaremos o terceiro item da proposta de White, de modo a construir o conhecimento sobre os processos físicos determinantes na formação dos vendavais na Região Sul do Brasil. Adotaremos também o primeiro item, relacionando a identificação de áreas de risco à compreensão de situações de vulnerabilidade.

Proporemos a construção de atividades para classes de ensino médio, considerando que a compreensão dos vendavais necessita de abstrações relativas a uma escala abrangente da dinâmica dos fluidos, o que será processado com mais pertinência a partir desse estágio do desenvolvimento cognitivo, pois o objeto de estudo requer observações espaciais e temporais ligadas em parte a um nível alto de abstração. Em relação a alunos na faixa entre os 14 e os 18 anos, espera-se que seu pensamento formal esteja em processo de consolidação (BECKER, 2012), o que possibilitará, em sala de aula, a abordagem de estratégias para a resolução de problemas com base na compreensão dos fenômenos desencadeantes do desastre natural.

Sistema de formação de ventos: Conceitos básicos

Os ventos de baixa altitude são movimentos das camadas de ar interagindo com a superfície terrestre. Relacionam-se aos ventos de altitudes maiores, incluindo-se os ventos geostróficos, e funcionam como mecanismo da estabilização do equilíbrio térmico entre as diferentes latitudes. São gerados a partir da dinâmica de cinco forças (STRAHLER; STRAHLER, 1996).

Força de gradiente de pressão: O ar se movimenta da alta para a baixa pressão, o que produz a sua estabilidade. Esse movimento é denominado de força de gradiente de pressão. O gradiente possui relação direta com a temperatura das superfícies terrestres. As variações na pressão podem criar aquecimentos diferenciados na superfície da Terra, resultando em diferentes densidades do ar. Isso pode ser observado pela equação da pressão de gradiente de força, onde p é a pressão, ρ é a densidade e Δx é a variação espacial leste-oeste:

$$PGF = \frac{1}{\rho} \frac{p}{\Delta x}$$

Fórmula 1. Força de Gradiente de Pressão

Fonte: Balling e Cerverny (2005, p. 813).

Gravidade: A gravidade opera verticalmente, as partículas da atmosfera são atraídas para baixo pela massa da Terra. A redução da pressão com o aumento da altitude produz gradiente de pressão vertical que favorece a suspensão das partículas e contrabalança a força da gravidade, evitando que a gravidade por si só colapse a atmosfera terrestre.

Força de Coriolis: É uma força aparente gerada pelo movimento de rotação da Terra. Não é considerada uma força verdadeira, uma vez que nenhuma massa está realmente envolvida de maneira direta. Uma partícula de ar no Hemisfério Norte sofre deflexão para a direita em sua trajetória, enquanto no Hemisfério Sul ocorre de maneira contrária.

Força centrífuga: É uma força aparente relacionada ao efeito que o movimento de rotação exerce sobre as partículas de ar, que são movimentadas na direção tangente ao movimento do círculo representado pelo planeta Terra. Para a atmosfera, a força centrífuga é representada pela equação da velocidade angular $\omega 2r$, sendo r o raio da curvatura.

Fricção: Ocorre entre as diferentes superfícies da Terra e as camadas de ar, produzindo um retardamento na velocidade do fluxo de ar em função do vetor inverso ao apresentado pelo fluxo de vento. A magnitude desse estresse decorre da relação entre a velocidade do vento e a rugosidade do terreno sobre o qual ele passa. As interferências friccionais ocorrem também entre duas camadas de ar movimentando-se em diferentes vetores e velocidades.

Ventos na Região Sul do Brasil

As latitudes médias apresentam sistemas atmosféricos caracterizados por dinâmicas intensas. A Região Sul do Brasil, composta pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, está sob a influência direta dos anticiclones polares, dos centros

de ação das massas polares e do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. Os centros de alta pressão são reguladores das posições dos negativos, como a Baixa do Chaco, que interfere diretamente na dinâmica da circulação atmosférica regional.

O fluxo de ventos gerados principalmente pelas frentes polares é canalizado junto à região estrutural da cobertura sedimentar que está na borda dos escudos. Essa se localiza entre as zonas de *rift* formadas pela Cordilheira dos Andes e o escudo de Gondwana formado pelo Planalto Brasileiro, o que conforma um corredor que canaliza as massas de ar polar ocorrentes nos meses de inverno (STRAHLER; STRAHLER, 1996). Essa estrutura forma uma área de planícies com altitudes significativamente menores em comparação ao relevo precedente, o que permite que as massas polares avancem com intensidade e por extensões prolongadas. A intensidade dos ventos aumenta entre os meses de setembro e dezembro, ocasionando mudanças no sistema isobárico da primavera (KOBAYAMA, 2006, p. 123).

Tabela 1. Velocidade dos Ventos (Km/h) e sua direção média

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Porto Alegre												
Direção	E	E	E	E	W	W	W	E	E	E	E	E
Intensidade	11.9	11.9	11.2	11.2	11.2	10.8	10.8	10.8	14.4	14.4	14.4	11.9
Floresópolis												
Direção	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Intensidade	19.4	20.2	18.0	18.4	17.3	18.0	19.4	19.8	22.3	23.4	22.3	25.6
Curitiba												

Fonte: Furtado e Monteiro (1995, p.117)

No verão, o anticiclone polar adentra à América do Sul em latitudes mais elevadas do que no inverno. Nesse período, os ventos predominantes são de NE e E devido à localização mais ao sul do anticiclone, nas proximidades da latitude de 20°S (FURTADO e MONTEIRO, 1995). O gradiente de pressão existente entre a alta e a baixa pressão é pequeno, porém o aquecimento das superfícies do Chaco, durante o aumento da radiação no verão, pode aumentar a abrangência da baixa pressão, gerando o aumento da intensidade dos ventos nas regiões costeiras no sul do país.

Em Santa Catarina e no Paraná, a passagem da massa equatorial continental, vinda da Amazônia, pode provocar tempestades intensas nos finais de tarde. Essas tempestades muitas vezes vêm acompanhadas de ventanias. A Baixa do Chaco atrai a massa de ar úmido e a joga sobre esses dois Estados. O corredor de passagem dessa massa corresponde à Bacia do Paraguai.

No inverno, o Anticiclone Polar passa pelos Andes, próximo aos 32°S, alcançando o Chaco. Esse movimento gera o turbilhonamento do vento, o que pode gerar vórtices ou redemoinhos ao encontrar a superfície aquecida do Chaco. Há o predomínio de ventos secos e frios intensos do quadrante oeste, que podem ocasionar rajadas e mudanças bruscas na velocidade de circulação do vento.

No outono e mais intensamente no inverno, a entrada das frentes frias intensifica a convecção, uma vez que as áreas continentais ainda se encontram bastante aquecidas. São locais onde ocorrem os encontros das massas de ar frio com as massas de ar quente vindas do norte do país, gerando sistemas frontais. São locais propícios à formação de tornados, vendavais e granizo. Os tornados se formam a partir de um intenso cúmulo-nimbo gerado pelo choque entre as massas. Os tornados são caracterizados por um movimento do ar ascendente em grandes velocidades. São as depressões atmosféricas mais violentas, responsáveis por um grande número de perdas econômicas e de vidas humanas. A umidade e o material particulado são arrastados e giram na superfície em formato de um cone ligado a uma nuvem cúmulo-nimbo (STRAHLER; STRAHLER, 1996). Os estragos causados pelo tornado estão diretamente relacionados aos ventos gerados pela célula convectiva e pela intensa redução da pressão do ar gerada no vórtice da depressão. Quanto maior a transferência de quantidade de movimento da atmosfera para a superfície, maior será a transferência vertical turbulenta de calor e de massa (VAREJÃO-SILVA, 2001). Na Região Sul, os tornados são formados por ocasião dos regimes de sistemas frontais de inverno e, principalmente no oeste dos Estados de Santa Catarina e do Paraná, pelos complexos convectivos de meso escala.

O gradiente de pressão existente entre a alta polar e um sistema de baixa (ciclone extratropical), localizado no sudeste do RS, junto ao litoral, propicia a formação da célula ciclônica que atrai a frente fria polar, enquanto o giro do anticiclone sobre o oceano joga umidade para dentro das áreas costeiras da Região Sul, formando as típicas chuviscadas de inverno.

O *El Niño*, com fases de três a oito anos, é caracterizado pelo esfriamento das águas do Pacífico equatorial na costa sul americana. Apresenta grande irregularidade quanto ao tempo de duração e à intensidade. A alta pressão do Pacífico ao sul se afasta da costa dos países andinos, resultando em secas no norte da Austrália e na Indonésia (STRAHLER; STRAHLER, 1996). Esse evento ocasiona o aumento da temperatura média e das chuvas intensas no inverno da Região Sul. Os sistemas frontais se tornam estacionários sobre a Região Sul, o que é associado à intensificação do jato subtropical que atua como uma barreira à passagem das frentes para o oceano (KOBAYAMA, 2006). Como os tornados são gerados nos sistemas frontais, podemos deduzir que esses períodos são caracterizados pelo aumento da probabilidade de ocorrência desse tipo de desastre. Ocorre também o aumento do número de ventanias geradas pela passagem das tempestades frontais.

Os desastres naturais relacionados à dinâmica atmosférica são intensos e de rápida expansão. A dificuldade para a proteção das populações dos locais de vulnerabilidade, por ocasião dos eventos, é acentuada pela precariedade das políticas governamentais voltadas a essas situações. Por isso, deve ser enfatizado o trabalho prévio de conhecimento dos fatores desencadeantes desses tipos de desastres e a concepção de medidas mitigatórias.

A maioria dos desastres no Brasil (mais de 80%) está associada às instabilidades atmosféricas severas, que são responsáveis pelo desencadeamento de inundações, vendavais, tornados, granizos e escorregamentos. Com exceção das inundações graduais, são fenômenos

súbitos e violentos que causam grande mortandade e destruição, pois não há tempo para as pessoas procurarem abrigos ou salvarem parte dos bens existentes em suas casas (MARCELINO, 2007, p. 8)

No período entre 1948 e 2013, os governos brasileiros relataram 17 ocorrências de tempestades severas ao Banco de Dados Mundial. Esse número é certamente pouco confiável, uma vez que a falta de integração entre os diferentes órgãos e a precariedade de muitas prefeituras inviabilizou que muitas ocorrências fossem relatadas. Ainda assim, foram registradas 350 mortes e 213.092 pessoas atingidas, além de danos econômicos de 441.000.000 em dólares americanos.

Na Região Sul do Brasil, o maior contingente de perdas humanas e econômicas acontece com as tempestades convectivas, conforme mostra a tabela 2. Essas tempestades podem vir acompanhadas por grandes vendavais, pois a convecção está acompanhada pelo transporte de matéria propiciada pela intensidade dos gradientes de temperatura e pressão.

Tabela 2. Número de Desastres Naturais Meteorológicos no Brasil.

Tipo de Desastre	Subtipo de Desastre	Quantidade de Eventos	Total de Mortes	Total de afetados	Danos Totais ('000 US\$)
Tempestades	Ciclone tropical	1	4	150060	350000
Tempestades	Tempestade Convectiva	9	68	25220	181000
Tempestades	Tempestade Extratropical	1	3	1600	0

Fonte: EM-DAT (2016)

Propostas de atividades a serem trabalhadas na escola

A descrição dos ventos requer a observação de duas variáveis: direção e velocidade. A movimentação do vento em suas diferentes direções é detectada pela observação direta da trajetória das nuvens baixas. O professor pode trabalhar a observação das nuvens constantemente com os alunos, elaborando planilhas de acompanhamento da direção dos ventos nas diferentes estações do ano. Como mostrado anteriormente, na Região Sul do Brasil ocorre a mudança sazonal na direção predominante dos ventos devido à mobilidade do giro de alta pressão móvel sobre o Atlântico.

As cinco forças reais ou aparentes atuantes na formação dos ventos, anteriormente mencionadas, são as responsáveis pela dinâmica e da circulação geral da atmosfera. O professor as poderá utilizar como ponto de partida para a compreensão da dinâmica de formação dos ventos.

Para demonstrar o efeito Coriolis, é recomendável utilizar o modelo do planeta cilindro.

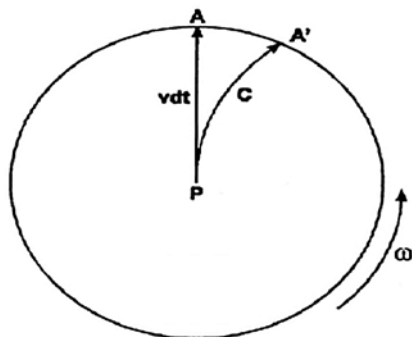


Figura. Efeito Coriolis sob a Rotação da Terra.

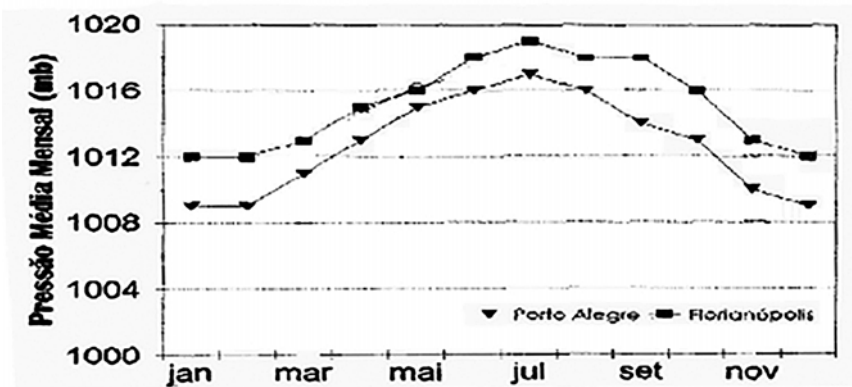
Fonte: Balling e Cerveny (2005, p. 814)

Colocando pedaços de papel circular em ambas as bases de um cilindro e movimentando o mesmo no sentido de rotação da Terra, de oeste para leste, podemos pedir para os alunos fazerem riscos representando o movimento do fluxo de vento em ambas as extremidades do cilindro, partindo do centro para a extremidade do círculo, o que tornará visível o sentido do movimento. A partir dessa atividade, os alunos conseguirão verificar na prática o efeito *Coriolis* agindo sobre a dinâmica do fluxo de ar.

A intensidade dos ventos está relacionada com as características do local a ser analisado, sendo importante que o professor verifique previamente as características do relevo local, a dinâmica das massas de ar e as modificações temporais da atmosfera. Na Região Sul do Brasil, conforme o descrito, predominam as ações dos anticiclones polares, dos centros de ação das massas polares e do Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul. A análise da dinâmica desses movimentos será de grande importância para identificar os riscos existentes e as populações em situação de vulnerabilidades aos vendavais.

Trabalhar em sala de aula com gráficos fortalece a capacidade de associar informações e conceitos. O gráfico abaixo representa a variação média das pressões ao longo do ano. Podemos observar que os meses de inverno têm as maiores pressões médias mensais, isso ocorre devido à entrada de massas de ar polares frias. Comparando os dados de chuvas e da direção dos ventos em Porto Alegre e Florianópolis, verificamos que os períodos mais chuvosos em Porto Alegre ocorrem nos meses de inverno, com predominância do vento na direção W, enquanto em Florianópolis os maiores índices pluviométricos acontecem nos meses de verão, coincidindo com o retorno da alta pressão do Atlântico Sul para latitudes maiores. Os meses de inverno são caracterizados por ventos predominantemente de NE em Florianópolis, o que demonstra ampla influência dos ventos do centro de alta pressão do Atlântico Sul nessa localidade (FURTADO; MONTEIRO, 1995).

Gráfico 1. Pressões Médias mensais em mb



Fonte: Furtado e Monteiro (1995, p. 120)

O ar convergente em altitude desce para os níveis inferiores, desenvolvendo uma espiral anticiclônica (alta pressão), característico de tempos estáveis. Inversamente, o ar que sobe até o núcleo da corrente forma uma espiral durante esse movimento (fluxo ciclônico), o que é característico de tempos meteorológicos tempestuosos. Nas áreas litorâneas é bastante comum a formação, principalmente nos finais de tarde de verão, de sistemas convectivos isolados. A evaporação desencadeada pelo aquecimento das superfícies durante o dia gera a formação de intensos cúmulos-nimbos tempestuosos, causadores de ventanias, granizos e grandes pluviometrias.

Conforme visto antes, outro evento bastante comum no sul do Brasil são os ciclones extratropicais no outono. A entrada de frentes frias produz um sistema ciclônico sobre o oceano. Os ciclones extratropicais são acompanhados de precipitações e vendavais que podem causar estragos significativos principalmente nas áreas costeiras.

Para a classificação dos ventos é utilizada a escala de Beaufort. Com auxílio da tabela, professor e alunos podem observar e classificar os ventos. Podem também comparar a classificação de Beaufort com dados estatísticos. Por exemplo, se examinando os dados referentes às velocidades médias mensais dos ventos em Florianópolis, conforme a tabela 1 exposta anteriormente, verificamos que o mês mais ventoso nessa cidade é representado por dezembro com a velocidade média de 25,6 km/h, o que representa brisas moderadas. Outra possibilidade é associar a tabela classificatória com a observação de imagens de satélite e as informações sobre os valores sinódicos de velocidade e direção, principalmente no que concerne às células ciclônicas comuns no Atlântico Sul durante o inverno. Com isso, professor e alunos poderão identificar as áreas potencialmente mais passíveis à ocorrência de ventos fortes.

Tabela 3. Classificação de Beaufort

Força	Designação	Velocidade		Efeitos
		nós	km/h	
0	Calmaria	< 1	1	As fumaças das chaminés sobem verticalmente. A superfície do mar fica como um espelho.
1	Aragem	1-3	2-6	A direção dos ventos é definida pela fumaça. Aparece no mar uma leve rugosidade.
2	Brisa Leve	4-6	7-11	As folhas das árvores se movimentam. O vento é sentido no rosto. Os cataventos movem-se lentamente. No mar, notam-se pequenas cristas de aparência vítrea, sem romper-se.
3	Brisa Suave	7-10	12-19	As folhas e os ramos finos das árvores se agitam constantemente. Os ventos movimentam as bandeiras leves. As ondas se acentuam, com rompimento de pequenas cristas (carneirinhos).
4	Brisa Moderada	11-16	20-30	Papel e poeira são levantados do chão. Os pequenos ramos são movimentados. As ondas ficam maiores, com espumas frequentes.
5	Vento Fresco	17-21	31-39	Pequenos arbustos e arvoretas se movem. Nos tanques se formam pequenas ondas. No mar, as ondas aumentam de tamanho, com abundância de borrifos.
6	Vento	22-27	40-50	Movem-se os ramos grossos. Torna-se difícil andar de guarda-chuva e os fios de eletricidade silvam (assoviam). Começa a formação de ondas grandes, aumentam as espumas e borrifos, tornando-se perigoso para pequenas embarcações.
7	Vento Forte	28-33	51-61	Movem-se as árvores grandes, é difícil andar contra o vento. A espuma se desloca na direção dos ventos e o mar engrossa.
8	Ventania	34-40	62-74	O vento quebra os galhos das árvores. Torna-se muito difícil caminhar contra o vento. Ondas médias se formam. As espumas são arrastadas em nuvens brancas (borrifos).
9	Ventania Forte	41-47	75-87	Ocorrem destelhamentos das estruturas frágeis (chaminés, placas etc.). Camadas grossas de espumas são arrastadas sobre o mar. As cristas das ondas começam a se romper, dificultando a visibilidade.
10	Tempestade	48-55	88-102	As árvores são tombadas pela raiz, e as casas mais frágeis sofrem danos consideráveis. Ondas altas, com cristas em pé. A superfície do mar parece branca devido a grande quantidade de espumas. A visibilidade é reduzida.
11	Tempestade Violenta	56-63	103-117	Ocorre com pouca frequência, começam a ocorrer danos estruturais. Ondas excepcionalmente grandes. Mar completamente branco e visibilidade extremamente reduzida.
12	Furacão	> 64	>118	Extremamente violento. Danos generalizados nas edificações. O mar está completamente branco devido à espuma das ondas.

Fonte: Kobyama (2006, p. 63)

O Brasil não está entre os países que apresentam o maior número de eventos atmosféricos extremos. Porém, quando analisamos os números de pessoas afetadas pelos desastres, o Brasil se destaca. Isso se explica pela existência de vulnerabilidades que, além de geofísicas, podem ter origem nas formas pelas quais o espaço geográfico é ocupado, o que implica em questões de localização e de estrutura das residências e demais prédios.

Os vendavais são mais frequentes em áreas onde os gradientes de pressão são maiores, tornando áreas de perigo as latitudes médias de clima subtropical. A identificação das vulnerabilidades abrange a detecção dos padrões sociais e das políticas públicas para a resiliência. Uma das formas mais importantes para a redução das vulnerabilidades está relacionada às medidas preventivas.

O ensino de Geografia auxilia a educar para a prevenção. Para detectar as vulnerabilidades podemos observar e descrever aspectos das construções, por exemplo, tipos de telhados e janelas, altura da edificação, presença de anteparos nas proximidades das residências, como muros e cercas de recepção. Quanto maior for a altura do anteparo, mais larga será a faixa de atuação do mesmo (VAREJÃO-SILVA, 2001). Outro ponto importante a ser analisado para a identificação da vulnerabilidade se relaciona à proximidade das estruturas governamentais de apoio ao desastre e primeiros socorros, sobretudo os hospitais e o corpo de bombeiros. Especial atenção deve ser dedicada às áreas urbanas caracterizadas pela ocupação informal, devido à concentração de moradias em situação de vulnerabilidade.

Kobyama (2006) destaca a vantagem das telhas de cerâmica em comparação às telhas de cimentos ou de amianto, considerando a intensidade do impacto no caso de possível desabamento. Destaca também as vedações nas janelas, pois uma vedação eficiente reduz a entrada de vento no interior da construção, reduzindo o aumento de pressão que pode desencadear o desabamento de paredes. Em eventos de tornados, a existência de cômodos com poucas janelas e com estruturas de concreto reduz a possibilidade da sucção gerada pela célula. O fator mais importante é a solidez das estruturas ligadas ao solo. A existência ou não desses fatores é um importante aspecto a receber a atenção de observações e descrições no trabalho de campo no ensino de Geografia.

Outro fator importante a ser observado é a cobertura vegetal, pois esta constitui um anteparo que reduz a capacidade destrutiva do vento, funcionando como quebra-ventos que protege as residências do destelhamento e, mesmo, do desabamento. A existência de vegetação modifica a superfície aerodinâmica, que passa a se situar um pouco mais acima (VAREJÃO-SILVA, 2001), diminuindo os efeitos desastrosos. Essa elevação da superfície aerodinâmica está relacionada à combinação da resistência das espécies vegetais presentes face às velocidades do vento. Para diminuir o risco e os efeitos de possíveis quedas sobre as construções, o desejável é que as árvores não se localizem junto às casas, ainda que próximas, e sejam de portes menores, como as frutíferas.

Considerações Finais

Os vendavais se configuram como o terceiro tipo de desastre natural com maior número de pessoas afetadas no Brasil. Na Região Sul, os vendavais são frequentes e estão diretamente relacionados às tempestades geradas pelos sistemas frontais e sistemas ciclônicos extratropicais.

A aprendizagem das dinâmicas da atmosfera exige um elevado grau de abstração. As propostas de atividades com os alunos na disciplina de Geografia no ensino médio objetivam a construção do conhecimento com base na compreensão da dinâmica atmosférica e que isso leve à observação de dados concernentes à probabilidade da ocorrência de desastres e se constitua num incentivo à adoção de atitudes de mitigação dos efeitos.

O conhecimento acerca da dinâmica atmosférica e do desastre natural face à sociedade toma grande relevância, pois mescla o processo de formação e distribuição dos eventos naturais com as condições sob as quais os esses eventos são recebidos – da exposição à mitigação, o que irá se refletir no número de vítimas e na extensão dos danos materiais.

Referências

- BALLINNG, R. C. J.; CERVENY, R. S. Winds and Wind Systems. In: OLIVER, J. E. (Editor). **Encyclopedia of world climatology**. Dordrecht: The Netherlands: Springer, 2005.
- BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Grupo A/Editora Penso, 2012.
- EM-DAT (CRED). **The international desastre database**. Disponível em: <<http://www.emdat.be/country-profile>>. Acesso em: 01 dez. 2016.
- FURTADO, S. M. de A.; MONTEIRO, M. A. O clima do trecho Florianópolis - Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **Geosul**, Ano 10, n. 19/20, 1º e 2º semestres, 1995.
- KOBYAMA, M. et. al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Florianópolis: Organic Trading, 2006.
- MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. Santa Maria: INPE, 2007. Disponível em: <<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/conteudo/publicacoes/conceitosbasicos.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2016.
- OKUYAMA, Y.; SAHIN, S. **Impact Estimation of Disasters**: a global Aggregate for 1960 to 2007. The World Bank and International University of Japan. Policy Research Working Paper 4963. June 2009.
- STRAHLER, A. N.; STRAHLER, A. H. **Geografia física**. 3. ed. México: Omega, 1996.
- WHITE, G. F. Natural hazards research: concepts, methods and policy implications. In: _____. **Natural Hazards**: local, national, global. New York: Oxford University Press, 1974.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Brasília: INMET, 2001.