Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

CONDIÇÕES TÍPICAS DE VENTO SOBRE A REGIÃO MARINHA ADJACENTE À COSTA DO ESPÍRITO SANTO

OLIVEIRA, Kyssyanne Samihra Santos - kyssyanne.samihra@gmail.com
Universidade Federal do Espirito Santo / UFES

QUARESMA, Valéria da Silva – vdsquaresma@gmail.com
Universidade Federal do Espirito Santo / UFES

RESUMO: Este estudo visa a caracterização das condições predominantes de direção e velocidade do vento sobre a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo (CNES), bem como a construção de cenários típicos de vento para essa região sob a ação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), dos Sistemas Transientes (ST) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Os resultados mostraram que sob a atuação do ASAS, ventos de norte foram mais frequentes nas regiões mais próximas da costa e no sul da área de estudo, enquanto que ventos de nordeste e leste foram mais frequentes na região offshore e no norte da área de estudo. Sob a atuação de ST, as maiores frequências foram encontradas no setor central para ventos de sul, no setor norte para ventos de sudeste, e no setor sul para ventos de sudoeste. Durante os eventos de ZCAS, ventos de sul, sudeste e sudoeste foram importantes, enquanto que nos períodos pré-ZCAS e pós-ZCAS, ventos de norte, nordeste e leste foram dominantes. Os resultados desse estudo contribuem para o melhor entendimento dos processos oceanográficos observados na CNES.

PALAVRAS-CHAVES: condições típicas de vento, Espírito Santo, Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, Sistemas Transientes, Zona de Convergência do Atlântico Sul.

TYPICAL WIND CONDITIONS OVER THE MARINE REGION ADJACENT TO THE ESPÍRITO SANTO COAST

ABSTRACT: This study aims to characterize the predominant conditions of wind direction and speed over the marine region adjacent to the Espírito Santo State, as well as the construction of typical wind scenarios for this region under the action of the South Atlantic Subtropical High (SASH), Transient Systems (TS) and South Atlantic Convergence Zone (SACZ). The results showed that, under the influence of the SASH, north winds were more frequent in the region closest to the coast and southern of the study area, while northeast and east winds were more frequent in the offshore region and in the northern of the study area. Under the action of TS, the highest frequencies were found in the central sector for south winds, in the north sector for southeast winds, and in the southern sector for southwestern winds. During SACZ events, south, southeast and southwest winds were important, while north, northeast and east winds were dominant in the pre-SACZ and post-SACZ periods. The results of this study will contribute to a better understanding of the oceanographic processes observed in the CNES.

KEYWORDS: typical wind conditions, Espírito Santo, South Atlantic Subtropical Anticyclonic, Transient Systems, South Atlantic Convergence Zone

1.INTRODUÇÃO

A caracterização e compreensão da variabilidade espacial eólica têm despertado o interesse de muitos pesquisadores. O conhecimento das condições típicas de vento sobre regiões costeiras e oceânicas, bem como sua variabilidade espacial tem se mostrado fundamental para o entendimento de processos hidrodinâmicos e da dinâmica sedimentar observados no ambiente marinho (WARNER et al., 2012; DALYANDER e BUTMAN, 2015). Ademais, o conhecimento das condições típicas de vento fornece subsídios para a segurança

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

da navegação marítima (FUENTES et al., 2013) e para o desenvolvimento de atividades econômicas como a portuária e a petrolífera.

No estado do Espírito Santo, a produção de petróleo e gás e a presença de importantes portos e terminais portuários tem sido destaque para a economia do Brasil. Em relação aos aspectos ambientais, alguns estudos têm sugerido a influência das condições típicas de vento sobre os diversos processos hidrosedimentares observados na plataforma continental do Espírito Santo (ALBINO e SUGUIO, 2010; OLIVEIRA et al., 2012; NOGUEIRA et al., 2015; QUARESMA et al., 2015; RUDORFF et al., 2018). Nessa região, condições meteorológicas típicas, na escala sinótica, são provenientes do predomínio da influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), da ação de Sistemas Transientes (ST - frentes frias e sistemas de baixa pressão) que se propagam ao longo da costa sudeste do Brasil (NIMER, 1989; CAVALCANTI et al., 2009) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS (CARVALHO et al., 2004). O ASAS destaca-se por ter o maior domínio temporal e associado a esse sistema são observados ventos de norte, nordeste e leste na região marinha adjacente à costa do Espírito Santo (NIMER, 1989; VENEGAS et al., 1997; CAVALCANTI et al., 2009). Já os ST são responsáveis por mudanças nas condições meteorológicas da região, de forma que sob a atuação desses sistemas são observados ventos oriundos do quadrante sul (NIMER, 1989; CAVALCANTI et al., 2009; DERECZYNSKI et al., 2015). A ZCAS é um sistema extremamente importante para a estação chuvosa do sudeste do Brasil (VÁSQUEZ et al., 2018), sendo geralmente responsável pelas grandes vazões dos rios que deságuam na plataforma continental do Espírito Santo, como por exemplo, o Rio Doce (LIMA et al., 2005; OLIVEIRA e QUARESMA, 2017). Esse rio tem sido apontado como uma importante forçante física que influencia nos processos hidrosedimentares, especialmente no trecho centro-norte da plataforma continental adjacente à costa do Espírito santo (ALBINO e SUGUIO, 2010; BASTOS et al., 2015; QUARESMA et al., 2015). Segundo Quaresma et al. (2015), a distribuição de sedimentos na plataforma continental interna do Rio Doce é um resultado da variação temporal do aporte fluvial do rio juntamente com a variação das condições meteoceanográficas na região. Além disso, momentos de grande aporte na Bacia do Rio Doce foram observados durante eventos de ZCAS (FAN et al., 2016; OLIVEIRA e QUARESMA, 2017).

Apesar de diversos estudos terem apontado a influência da ação do vento em processos hidrosedimentares na região marinha adjacente à costa do Espírito Santo e da importância do papel das condições meteoceanográficas sobre os incidentes de naufrágio na costa brasileira (JIN e THUNBERG, 2005; FUENTES et al., 2013), as características das condições típicas de vento, bem como sua variabilidade espacial nessa região não são bem conhecidas. Os estudos realizados até o momento focaram ou na escala sazonal (PIUMBINI, 2009) ou em pontos únicos da costa do Espírito Santo (MATTIUZZI e MARCHIORO, 2012). Consequentemente existe uma lacuna de informações a respeito das características típicas de vento, na escala sinótica, ao longo da região marinha adjacente à costa do Espírito Santo.

Desta forma, o conhecimento das condições típicas de vento sobre a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo deve auxiliar na compreensão do papel das mesmas nos diversos processos hidrosedimentares observados na região. Além disso, irá fornecer informações importantes para o planejamento seguro de atividades marítimas, de pesca e navegação. Neste

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

contexto, este estudo visa a caracterização das condições predominantes de direção e velocidade do vento sobre a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo (daqui por diante referida como CNES), bem como a construção de cenários típicos de vento para a CNES sob a ação do ASAS, dos ST e da ZCAS.

2. SISTEMAS METEOROLÓGICOS

2.1 ANTICICLONE SUBTROPICAL DO ATLÂNTICO SUL - ASAS

Entre os diferentes centros de ação que exercem influência sobre as condições meteorológicas sinóticas sobre a CNES, o ASAS destaca-se por ter o maior domínio temporal, sendo responsável pelos campos de vento e pressão superficial prevalecentes na região (VENEGAS et al., 1997). Sobre a posição climatológica, os autores op cit encontraram o centro de ação do ASAS localizado sobre o Atlântico Leste, em 30ºS e 5ºW. Segundo Taschetto e Wainner (2002), para o campo de pressão ao nível médio do mar na região da CNES, 90% da variância é explicada pelo ciclo sazonal associado ao ASAS, mostrando o papel fundamental deste sistema no comportamento das condições típicas observadas na pressão ao nível médio do mar nesta região.

Quanto ao campo de ventos em superfície, a atuação do ASAS tem sido associada à penetração de ventos de norte, nordeste e leste na região da CNES (NIMER, 1989; SATYAMURTY et al., 1998; TASCHETTO e WAINNER, 2002; DERECZYNSKI et al., 2015). Tais mudanças de direção, bem como a velocidade do vento dependem da posição e da intensidade do ASAS, a qual tem forte variação sazonal (TASCHETTO e WAINNER, 2002; MIYASAKA e NAKAMURA, 2010).

Além dos campos de vento e pressão ao nível médio do mar, o ASAS tem importante papel no desenvolvimento e comportamento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (KODAMA, 1992; PEAGLE e MO, 2002), um importante fenômeno atmosférico para a região da CNES e que será tratado posteriormente.

2.2 SISTEMAS TRANSIENTES

Diversos ST de alta e baixa pressão, com origem nas regiões subtropical e extratropical do Hemisfério Sul alcançam a costa sudeste do Brasil (SATYAMURTY et al., 1998). Entre os ST que se propagam nesta região, os sistemas frontais são os mais comuns que modificam as condições de tempo (SATYAMURTY et al., 1998), principalmente durante o inverno, quando estes sistemas chegam com mais frequência às baixas latitudes da América do Sul (OLIVEIRA e NOBRE, 1986; NIMER, 1989; CAVALCANTI et al., 2009). O maior tempo de permanência dos sistemas, no entanto, foi observado nos meses de Outubro a Março, em associação à atividade da ZCAS (OLIVEIRA e NOBRE, 1986; SATYAMURTY et al., 1998). Apesar deste comportamento sazonal, os sistemas frontais são observados nesta região ao longo de todo ano, com uma frequência mensal de 5 (4) sistemas entre 25ºS e 20ºS (ao norte de 20ºS) (LEMOS e CALBETE, 1996). Sobre a trajetória destes sistemas, enquanto o ciclone de médias latitudes move-se a partir do Pacífico, ao sul de 35ºS, tomando curso leste – sudeste, no Atlântico, a frente fria associada ao centro de

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

baixa pressão move-se para nordeste até latitudes mais baixas (SATYAMURTY et al., 1998).

Na retaguarda dos sistemas frontais que atingem a região da CNES estão os anticiclones polares pós-frontais (SATYAMURTY et al., 1998). Estes sistemas, quando alcançam a região sudeste são responsáveis pelas fortes quedas de temperatura observadas após a passagem do sistema frontal (NIMER, 1989; CAVALCANTI et al., 2009). Nesta região, estes sistemas gradualmente se enfraquecem e se fundem com o ASAS.

Outros ST que atuam sobre a região da CNES são os ciclones subtropicais. Ciclones subtropicais são sistemas de baixa pressão não frontais que apresentam características de ambos os ciclones tropicais e extratropicais (HART, 2003). Estes estão geralmente associados a fortes ventos próximos a superfície (GOZZO e ROCHA, 2012), e se desenvolvem com frequência relativamente uniforme ao longo de todo o ano, sendo observados principalmente próximos à zona costeira (EVANS e BRAUN, 2012; GOZZO et al., 2014).

A passagem de ST é responsável pela alteração nos campos de pressão atmosférica ao nível médio do mar, de vento, e de outras variáveis atmosféricas, ao longo da sua trajetória (WALLACE e HOBBS, 1977). Em relação aos campos de pressão atmosférica ao nível médio do mar, as alterações ocorrem conforme a aproximação dos sistemas de baixa pressão (ciclones) ou de alta pressão (anticiclones). Tais alterações podem provocar sobre-elevações do nível do mar na plataforma sul-sudeste do Brasil (INNOCENTINI e CAETANO NETO, 1996; ROCHA et al. 2004), resultando muitas vezes em processos de erosão costeira, favorecendo a destruição da orla e intrusões salinas (RODRIGUES et al., 2004). Já em relação aos campos de vento, a passagem de ST é responsável por uma mudança na direção do vento quando esses se aproximam e passam pela região da CNES. Nessa região, o vento que era inicialmente de norte/nordeste/leste (atuação do ASAS), sob a atuação dos ST adquire frequentemente, as direções sul, sudeste e sudoeste, variando a direção conforme a sua posição quando alcançam esta região (NIMER, 1989; JUSTI da SILVA e SILVA DIAS, 2002; DERECZYNSKI et al., 2015). A intensidade destes campos de vento depende das características dos ST e do gradiente de pressão que se instala com a sua aproximação e passagem.

2.3 ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL

A ZCAS é um sistema atmosférico característico da circulação atmosférica da América do Sul durante os meses de Verão (CARVALHO et al., 2004), sendo juntamente com a atividade convectiva na bacia Amazônica os principais componentes do Sistema de Monção da América do Sul (JONES e CARVALHO, 2002). Os eventos de ZCAS são caracterizados pela presença de uma banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste (NW-SE), que se estende desde o centro-sul da Amazônia até a região sudeste do Brasil, e frequentemente, sobre o Oceano Atlântico subtropical (SATYAMURTY et al., 1998; CAVALCANTI et al., 2009). Esta banda de nebulosidade é derivada inicialmente da maior intensidade dos ventos alísios de nordeste que transportam mais umidade do oceano Atlântico Tropical para a bacia Amazônica (GRIMM et al., 2005; DRUMOND et al., 2008). Outra sugerida fonte de umidade

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

para a ZCAS é a evapotranspiração local (GRIMM et al., 2007; QUADRO et al., 2012). Uma parte da umidade da região Amazônica é transportada para o sudeste e centro-oeste do Brasil pelo escoamento resultante da convergência do Jato de Baixos Níveis de noroeste com os ventos de nordeste induzidos pela circulação do ASAS (KOUSKY, 1988; KODAMA, 1992; LIEBMANN et al., 1999; GRIMM et al., 2005).

Outro elemento importante na organização e manutenção dos eventos de ZCAS é a permanência dos sistemas frontais sobre a região sudeste do Brasil (OLIVEIRA e NOBRE, 1986; SIQUEIRA e MACHADO, 2003; CUNNINGHAM e CAVALCANTI, 2006; NIETO-FERREIRA et al., 2011). Segundo Oliveira e Nobre (1986), com base em uma climatologia de 10 anos (Janeiro de 1975 a Dezembro de 1984), foram identificadas interações significativas entre os sistemas frontais das latitudes médias e a convecção tropical da Amazônia, quando estes apresentam um caráter estacionário sobre o sul-sudeste do Brasil. Ainda segundo estes autores, esta tendência à estacionaridade foi observada principalmente em latitudes inferiores à 20ºS, nos meses de Fevereiro a Abril e de Agosto a Outubro. Nieto-Ferreira et al. (2011) investigaram o papel de frentes frias no início do Sistema de Monção da América do Sul, para o período de 1998 - 2008. Eles encontraram que enquanto frentes frias, que ocorreram antes do início da ZCAS, passam através da América do Sul, desconectadas com a região da Bacia Amazônica e, não alcançam a região da ZCAS, as frentes frias que ocorrem durante a ZCAS continuam a se propagar em direção a nordeste ao longo da costa leste da América do Sul, tornando-se estacionárias na região da ZCAS por alguns dias. Outro importante resultado destes autores foi mostrar que a precipitação é significativamente maior na região da ZCAS quando frentes frias ocorrem durante este evento.

Diversos estudos têm mostrado a importância da ZCAS para o regime de precipitação da América do Sul (CARVALHO et al., 2002; LIMA et al., 2010; REBOITA et al., 2010; GRIMM, 2011; QUADRO et al., 2012). Carvalho et al. (2002), investigando eventos de precipitação extrema diária no estado de São Paulo, encontraram que 35% dos eventos de precipitação extrema ocorreram quando a atividade convectiva na ZCAS foi intensa sobre grandes partes da América do Sul, incluindo o estado de São Paulo. Para a região Sudeste do Brasil, Lima et al. (2010) mostraram que os eventos de precipitação intensa no verão austral, associam-se em 47% à eventos de ZCAS. Grimm (2011) encontrou que variações no comportamento da ZCAS é a segunda principal fonte de variabilidade para a precipitação no verão da América do Sul, evidenciando a importância deste fenômeno para o regime de precipitação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados dados de velocidade e direção do vento a 10 metros da superfície, extraídos da reanálise do NCEP - Climate Forecast System Reanalysis (CFSR; SAHA et al., 2010). Os dados apresentam resolução temporal de 6 horas e resolução espacial horizontal de 0.5º de latitude por 0.5º de longitude. Os dados cobrem o período de 01/01/1979 a 20/09/2014, estando distribuídos em 14 pontos dentro da área delimitada na Figura 1.

Desde que os dados de velocidade e direção do vento a 10 metros da superfície, extraídos da CFSR, são utilizados neste estudo para caracterização

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

das condições típicas de vento na CNES faz-se necessário uma análise da qualidade desses dados. Tal análise já foi previamente realizada por DERECZYNSKI et al. (2015). Os autores encontraram que além da CFSR representar de forma satisfatória os ventos na CNES, a reanálise também apresenta bons resultados quando se trata da detecção da passagem de sistemas frontais, com 76% de acerto. Desta forma, com base nos resultados de DERECZYNSKI et al. (2015), a CFSR pode ser utilizada com boa confiança na caracterização das condições típicas de vento na região de estudo.

Para fins de análise dos resultados, os pontos sobre a CNES foram divididos em cinco setores: setor sul - P1 à P4, setor centro-sul - P6 à P8, setor central - P10 à P12, setor centro-norte - P15 e P16 e setor norte - P19 e P20.

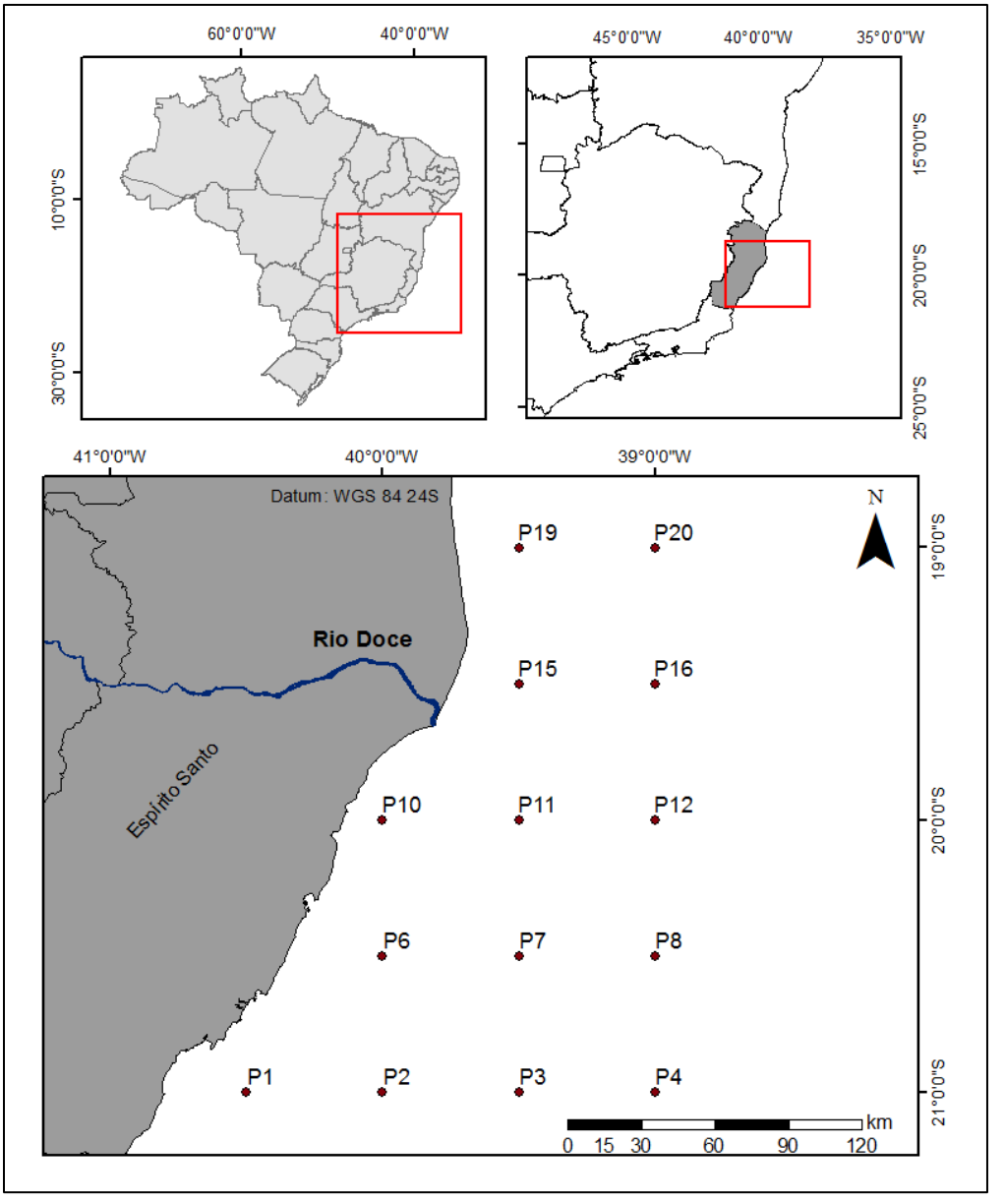

Figura 1 - Mapa com a localização dos 14 pontos (designados pela letra P) de grade sobre a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

3.1 MÉTODOS

A fim de alcançar os objetivos estabelecidos neste estudo, a metodologia foi dividida em quatro etapas:

Na primeira etapa foram identificadas as direções típicas de vento associadas ao ASAS e aos ST, a partir da revisão bibliográfica descrita na seção 2. Com base na revisão foi identificado que sob a atuação do ASAS, ventos na CNES apresentam predominantemente direção de Norte, Nordeste e Leste e que sob a atuação de ST são observados ventos oriundos do quadrante sul, ou seja, Sudeste, Sul e Sudoeste.

Na segunda etapa, a partir dos dados de vento extraídos da CFSR, foram analisados os aspectos gerais de intensidade e direção do vento ao longo da CNES e sob a atuação do ASAS e dos ST, separadamente. Nesta etapa, a determinação das condições típicas de vento sob a atuação de ambos os sistemas foi obtida a partir de análises estatísticas descritivas e da determinação do pico de ocorrência de velocidade do vento. Em relação às análises estatísticas descritivas foram calculadas as frequências direcionais para cada um dos 14 pontos considerados, além do cálculo da moda da direção para cada um dos pontos. Em relação à intensidade do vento, o pico de ocorrência de intensidade para cada um dos sistemas considerados (ST e ASAS) foi obtido através da análise de distribuição conjunta de intensidade e direção do vento.

A terceira etapa compreendeu a construção dos cenários típicos de vento sob a atuação do ASAS e dos ST. Os cenários foram construídos com base nos picos de ocorrência de intensidade e direção observados na área de estudo e nos períodos típicos médios de atuação de cada um dos sistemas. O período foi calculado com base na direção do vento em cada instante amostrado, de forma que foram contabilizados instantes consecutivos em que foram observados ventos de sul, sudeste e sudoeste, no caso dos ST, e ventos de norte, nordeste e leste, no caso do ASAS. A partir dos períodos obtidos foram calculados os valores médios e máximos para cada um dos 14 pontos considerados, bem como os valores médios e máximos gerais.

Os dados utilizados na análise dos aspectos gerais de direção e intensidade do vento, bem como na construção dos cenários típicos de vento sob a atuação do ASAS e dos ST cobrem o período de 01/01/1979 a 20/09/2014.

A quarta etapa compreendeu a caracterização das condições típicas de vento durante eventos de ZCAS. Nesta etapa, além do levantamento teórico, também foram utilizadas informações disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). As informações foram obtidas a partir: da Revista Climanálise; do Boletim Técnico; do Boletim da Síntese Sinótica Mensal; do Boletim de Casos Significativos do Mês; e do Boletim de Análise de Eventos Extremos.

O comportamento do vento durante eventos de ZCAS foi analisado para o período de Dezembro de 1995 a Março de 2014. Cada estação chuvosa, na qual foram catalogados os eventos de ZCAS se inicia no mês de Outubro e termina no mês de Abril, do ano seguinte. A partir da identificação dos eventos foram selecionados àqueles que atuaram sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Este critério foi estabelecido devido ao fato dos aportes hídrico e sedimentológico do Rio Doce serem fortemente influenciados por eventos de ZCAS (CUPOLILLO, 2008; OLIVEIRA e QUARESMA, 2017), e que esse rio é a principal fonte de água

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

e sedimento para a CNES (LIMA et al., 2005). O levantamento dos eventos de ZCAS a partir da literatura resultou na identificação de 133 eventos, entre o período de 12/1995 a 03/2014. Destes, 119 ocorreram sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Para investigar as direções típicas de vento durante os eventos de ZCAS foi escolhido o ponto P10, que se localiza a sudoeste da foz do Rio Doce. Para cada evento, as análises também consideraram o comportamento do vento nos dois dias que antecedem o evento (pré-ZCAS) e nos dois dias posteriores ao evento (pós-ZCAS). Também foram identificados os períodos de evento de maior frequência. No caso da ZCAS, a construção dos cenários típicos de vento foi feita com base nas direções de vento predominantes e nos períodos típicos encontrados durante a análise do ponto P10.

A direção dos ventos foi determinada considerando a seguinte divisão: N: Norte (337,5º - 360º; 0º - 22,5º), NE: Nordeste (22,5º - 67,5º), L: Leste (67,5º - 112,5º), SE: Sudeste (112,5º - 157,5º), S: Sul (157,5º - 202,5º), SW: Sudoeste (202,5º - 247,5º), W: Oeste (247,5º - 292,5º), NW: Noroeste (292,5º - 337,5º).

4. RESULTADOS

4.1 ASPECTOS DIRECIONAIS

A análise espacial direcional do campo de vento (Tabela 1) mostra a persistência de ventos dos quadrantes Norte e Nordeste por toda a área de estudo, com ventos de Nordeste apresentando as maiores frequências em quase todos os pontos. As exceções foram os pontos P6 e P10, nos quais a frequência de ventos do quadrante Norte foi cerca de 5% maior que os ventos oriundos de Nordeste. A dominância de ventos associados ao ASAS na região da CNES está de acordo com o que foi discutido por Nimer (1989) e Venegas et al. (1997).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 1 - Porcentagem da direção do vento para cada um dos 14 pontos analisados ao longo da CNES (Figura 1), para o período de 01/01/1979 - 20/09/2014. Legenda: N: Norte(337,5º - 360º; 0º - 22,5º), NE: Nordeste(22,5º - 67,5º), L: Leste(67,5º - 112,5º), SE: Sudeste(112,5º - 157,5º), S: Sul(157,5º - 202,5º), SW: Sudoeste(202,5º - 247,5º), W: Oeste(247,5º - 292,5º), NW: Noroeste(292,5º - 337,5º).

P15	P16	P19	P20	Direção
21,45	20,09	18,92	17,1	N
33,05	36,2	33,28	37,13	NE
14,38	18,12	16,86	20,17	L
11,68	11,93	12,66	12,98	SE
13,13	9,36	12,6	9,05	S
2,08	1,58	1,74	1,12	SW
0,95	0,58	1,02	0,53	W
3,28	2,14	2,91	1,93	NW
	P10	**P11**	**P12**	
	28,43	25,71	24,03	N
	23,83	31,93	33,97	NE
	9,82	12,48	16,69	L
	9,07	10,45	11,39	SE
	16,25	12,54	8,69	S
	4,81	3,18	2,28	SW
	1,42	0,85	0,67	W
	6,37	2,87	2,26	NW
	P6	**P7**	**P8**	
	33,23	28,64	27,31	N
	27,5	32,3	32,29	NE
	8,46	11,74	15,79	L
	7,4	9,6	11,01	SE
	12,29	10,49	7,85	S
	7,47	4,4	2,69	SW
	1,22	0,91	0,93	W
	2,42	1,9	2,12	NW
P1	**P2**	**P3**	**P4**	
27,2	29,25	29,74	28,97	N
32,52	33,64	31,98	31,14	NE
9,83	9,33	12,45	15,36	L
6,19	7,64	9,92	11,13	SE
9,37	10,14	8,86	7,38	S
9,47	6,85	4,14	2,82	SW
2,77	1,4	1,08	0,95	W
2,65	1,75	1,83	2,26	NW

Sobre a CNES, os resultados mostram que em média, ventos de leste são responsáveis por 13,68% dos registros, com as maiores frequências nos setores norte (média de 18,51%) e centro-norte (média de 16,25%), e também nos pontos mais externos (P4, P8, P12, P16 e P20). Além disso, também foi possível identificar nesses pontos mais externos um aumento na frequência dos ventos de leste em direção ao setor norte, juntamente com os ventos de nordeste. O aumento da frequência destes ventos de leste à medida que se afasta da costa deve-se a aproximação da zona principal de influência do ASAS, desde que sua

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

posição climatológica encontra-se no setor leste do Oceano Atlântico (30ºS de latitude e 8ºW de longitude) (MÄCHEL et al., 1998).

Na Tabela 1 é possível observar um aumento da porcentagem de ventos de nordeste e leste e uma diminuição dos ventos de norte em direção ao setor norte da CNES, sugerindo uma substituição dos ventos de norte por ventos de nordeste e leste em direção ao norte da área de estudo. Resultado esse muito interessante. Para confirmar essa substituição foi feito o cálculo da direção modal (Tabela 2). Pode-se observar na Tabela 2, a clara substituição da direção modal de ventos de norte no setor sul por ventos de nordeste e leste à medida que se avança para o setor norte. Destaca-se que enquanto nos pontos mais próximos à costa os ventos de norte são substituídos por ventos de nordeste, nos pontos mais distantes da costa são substituídos por ventos de leste.

Tabela 2 - Distribuição da direção modal do vento ao longo da Plataforma Continental do Espírito Santo (CNES).

Setor	Direção Modal			
Norte			45º	90º
Centro-Norte			45º	90º
Centro		360º	45º	45º
Centro-Sul		360º	360º	45º
Sul	360º	360º	360º	360º

Os ventos de sudeste, sul e sudoeste apresentaram valores intermediários de frequência em todos os pontos, sendo que as maiores frequências foram encontradas no setor central para ventos de sul, no setor norte para ventos de sudeste, e no setor sul para ventos de sudoeste (Tabela 1). Além disso, foi encontrada uma inversão longitudinal na dominância dos ventos de quadrante sul: enquanto ventos de sul e sudoeste foram mais dominantes nos pontos próximos à costa, ventos de sudeste foram dominantes na porção mais externa e nos setores mais ao norte. Tais ventos do quadrante sul estão associados à passagem dos diversos ST (NIMER, 1989).

Os ventos oriundos do quadrante oeste foram os que apresentaram as menores frequências em todos os pontos, seguidos pelos ventos de sudoeste nos setores centro – norte e norte e pelos ventos de noroeste nos setores centro – sul e sul. Estes ventos de oeste podem estar associados à passagem de sistemas frontais. Segundo Justi da Silva e Silva Dias (2002), na região sudeste do Brasil, numa situação pré-frontal, o vento que era inicialmente de nordeste, passa a girar no sentido anti-horário, à medida que a frente fria se desloca. Desta forma, com a passagem do sistema, o vento passa a ser de noroeste, depois fluindo de sudoeste, sul e sudeste, à medida que se desloca.

4.2 PERÍODOS TÍPICOS: ASAS E ST

Os períodos médio e máximo de atuação do ASAS e dos ST sobre a CNES, na escala de dias, são apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Os períodos de atuação foram determinados com base no tempo de atuação dos ventos de norte, nordeste e leste no caso do ASAS, e no tempo de atuação dos ventos de sul, sudoeste e sudeste no caso dos ST. Sob a atuação do ASAS foi

encontrado que, os ventos associados a esse sistema atuam por um período médio de 3,6 dias e por um período máximo de 72,3 dias sobre a CNES.

Tabela 3 - Período médio (em dias) de atuação dos ventos de norte, nordeste e leste e de atuação dos ventos de sudeste, sul e sudoeste sobre a CNES.

Ventos de norte, nordeste e leste					Ventos de sudeste, sul e sudoeste				
	Período médio					Período médio			
Norte			2,65	3,73	**Norte**			1,58	1,51
Centro-norte			2,75	3,88	**Centro-norte**			1,69	1,58
Centro		2,02	3,24	4,13	**Centro**		1,80	1,73	1,58
Centro-sul		3,62	4,15	4,47	**Centro-sul**		1,71	1,66	1,55
Sul	3,18	4,00	4,50	4,61	**Sul**	1,33	1,54	1,57	1,55

Tabela 4 - Período máximo (em dias) de atuação dos ventos de norte, nordeste e leste e de atuação dos ventos de sudeste, sul e sudoeste sobre a CNES.

Ventos de norte, nordeste e leste					Ventos de sudeste, sul e sudoeste				
	Período máximo					Período máximo			
Norte			48,75	90,75	**Norte**			14,50	14,50
Centro-Norte			57,50	90,50	**Centro-Norte**			14,50	12,50
Centro		29,75	56,00	90,50	**Centro**		16,50	12,00	11,50
Centro-Sul		60,00	89,75	90,25	**Centro-Sul**		12,50	11,75	9,75
Sul	68,50	60,25	89,75	90,25	**Sul**	12,25	10,25	9,50	9,50

Pode-se observar um aumento dos períodos médio e máximos dos ventos sob a atuação do ASAS a medida que se afasta da costa em todos os setores da CNES. Este resultado também se deve a aproximação da zona principal de influência do ASAS, convergindo com os encontrados no item 4.1. Em contraste foi encontrada uma diminuição de ambos os períodos médios e máximos em direção ao norte da CNES, sugerindo uma diminuição da atuação dos ventos associados o ASAS nos setores mais ao norte.

Com o objetivo de confirmar esta diminuição dos ventos associados o ASAS em direção ao setor norte, foi realizado o somatório das porcentagens referentes aos ventos de norte, nordeste e leste para cada um dos pontos analisados (Tabela 5). Embora se observe o domínio temporal dos ventos associados ao ASAS por toda a área de estudo, é evidente a redução da porcentagem desses ventos em direção ao setor norte da CNES, principalmente na porção mais costeira (redução de 5%).

Tabela 5 - Somatório da porcentagem dos ventos de norte, nordeste e leste para cada um dos 14 pontos.

	Quadrante Norte			
Norte			69,06	74,40
Centro-norte			68,89	74,41
Centro		62,08	70,11	74,70
Centro-sul		69,20	72,69	75,39
Sul	69,55	72,22	74,16	75,46

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Para os ventos sob a atuação dos ST foi encontrado que em média estes atuam por um período médio de 1,60 dias e por um período máximo de 12,25 dias. Analisando os períodos médios e máximos dos ventos sob a atuação dos ST (sul, sudeste e sudoeste) (Tabelas 3 e 4), observa-se uma redução de ambos os períodos à medida que se afasta da costa e um aumento do período máximo de atuação dos ST em direção ao norte. Os resultados encontrados para o período máximo sugerem que quando sistemas transientes estacionam na costa do Espírito Santo, esses tendem a se estacionar mais na porção norte do estado. Isto posto, enquanto uma maior assinatura associada o ASAS é sugerida nos processos físicos derivados da ação do vento nos setores mais ao sul da CNES, os resultados encontrados aqui indicam uma maior assinatura dos ST sobre esses processos nos setores mais ao norte.

4.3 DISTRIBUIÇÃO CONJUNTA: DIREÇÃO X INTENSIDADE

A Figura 2 mostra a distribuição conjunta entre intensidade e direção dos ventos para os cincos pontos mais próximos à costa (P1, P6, P10, P15 e P19). Destaca-se que a análise de distribuição conjunta foi realizada para os 14 pontos considerados neste estudo, e os resultados abaixo descrevem as características de toda a área de estudo.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

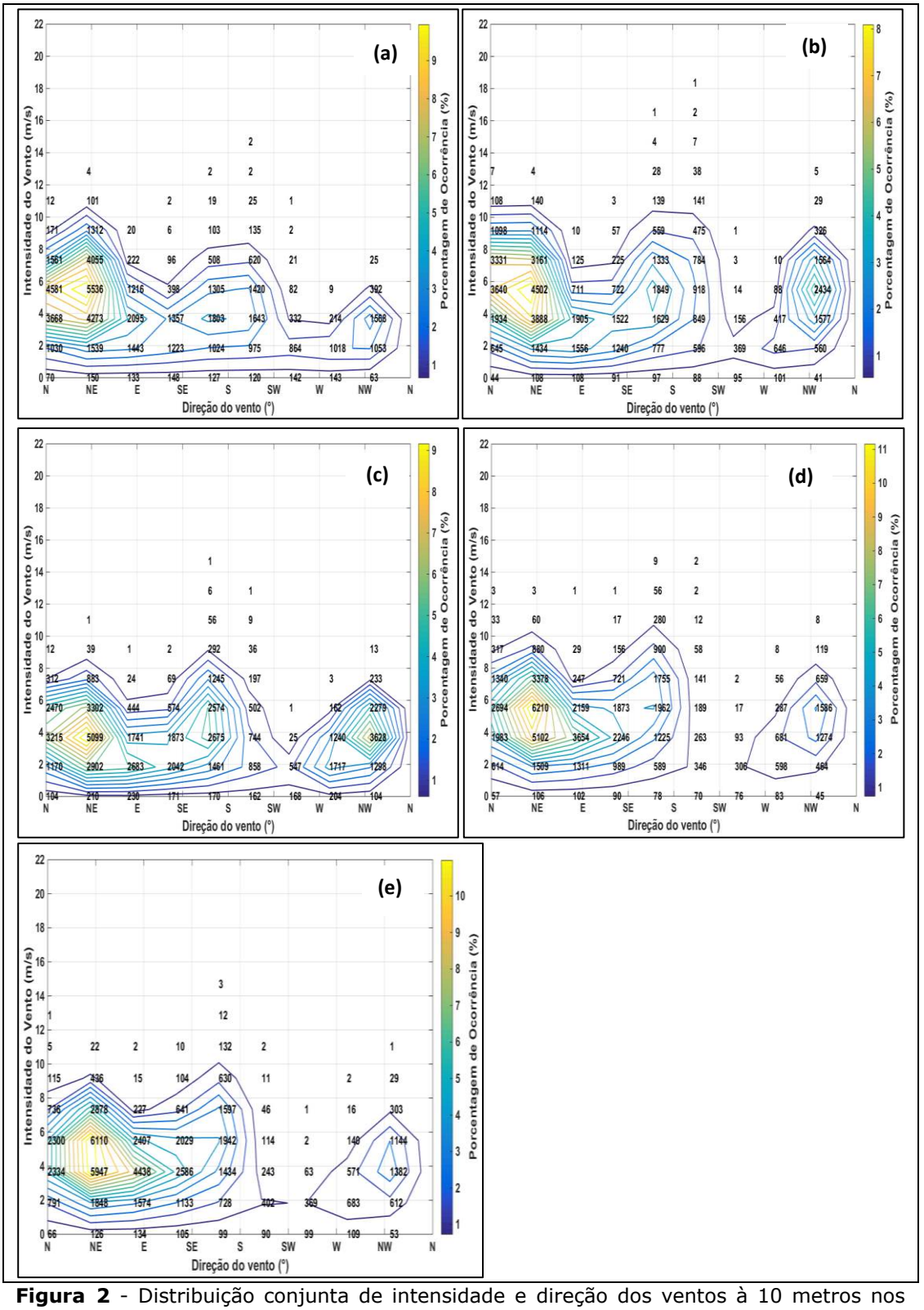

Figura 2 - Distribuição conjunta de intensidade e direção dos ventos à 10 metros nos pontos P1 (a), P6 (b), P10 (c), P15 (d) e P19 (e). Para localização dos pontos ver Figura 1.

A análise dos dados mostrou que o pico de ocorrência são ventos de norte e nordeste com intensidades entre 4 e 8 m/s. Também foi encontrado que sob a atuação do ASAS, ventos com direção norte apresentaram as maiores intensidades (máximo de 18 m/s) e ventos de leste as menores intensidades. Aliás, ao longo de todo o registro, ventos de leste estão associados às menores intensidades. Enquanto ventos de norte e nordeste apresentam geralmente pico de ocorrência de intensidades entre 4 e 8 m/s, ventos de leste foram observados com pico de ocorrência de intensidades entre 2 e 6 m/s. No que se refere aos ventos associados à passagem de ST, a análise de distribuição conjunta mostrou que esses ventos são responsáveis pelas maiores intensidades observadas sobre a CNES (cerca de 20 m/s). Também se observa que o pico de ocorrência, sob a atuação dos ST, são ventos de sul e sudeste, com intensidades também entre 4 e 8 m/s.

Uma análise espacial mostrou que enquanto nos pontos mais próximos à costa o pico de ocorrência de ventos de nordeste está associado à intensidades entre 4 e 6 m/s, nos pontos mais distantes da costa, o pico de ocorrência de ventos de nordeste está associado à intensidades entre 6 e 8 m/s. Esse mesmo padrão foi encontrado para os ventos associados à passagem de ST, mostrando que no geral, maiores intensidades são encontradas na porção offshore da área de estudo e menores intensidades são encontradas na porção costeira dessa. Sobre a plataforma os valores estão entre 4 e 6 m/s, com exceção da porção externa dos setores mais ao norte da plataforma (P16 e P20).

Um resultado interessante que foi confirmado pela análise de distribuição conjunta está relacionado ao comportamento dos ventos de norte. No tópico 4.1 deste estudo já foi apresentado que a frequência de ventos oriundos dessa direção diminui em direção aos setores mais ao norte da CNES, sendo substituídos por ventos de nordeste e leste. Através da análise de distribuição conjunta ficou evidente o aumento da importância dos ventos de norte em direção ao sul, principalmente nos pontos mais próximos à costa.

4.4 COMPORTAMENTO DO VENTO SOB A ATUAÇÃO DA ZCAS

Para identificar o período típico de atuação da ZCAS foi calculada a duração dos períodos de ZCAS (Tabela 6). Os eventos de maior frequência apresentaram período de 5 dias (35 eventos), 6 dias (24 eventos), 4 dias (16 eventos) e 7dias (11 eventos). As 3 classes de duração mais frequentes correspondem a 63 % dos eventos de ZCAS sobre a CNES, e foram analisadas para um único ponto dentro da malha amostral (P10).

Tabela 6 - Duração dos 119 eventos de ZCAS observados sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Doce, e número de eventos referentes.

Duração em dias	Número de eventos
3	2
4	16
5	35
6	24

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

7	11
8	8
9	6
10	5
11	5
12	4
13	1
21	1
23	1
TOTAL	119

A análise do comportamento do vento mostrou que dos 16 eventos com duração de 4 dias, 12 eventos apresentaram uma dominância de ventos associados ao ASAS durante o período pré-ZCAS, e desses, 8 apresentaram uma dominância de ventos associados ao ASAS durante o período pós-ZCAS. Durante o período de atuação da ZCAS somente 2 eventos apresentaram somente ventos associados ao ASAS, de forma que os 14 eventos restantes apresentaram ventos associados à passagem dos ST (sul, sudeste e sudoeste) por períodos que duraram desde 18 horas até os 4 dias de duração do evento. Esta dominância de ventos associados ao ASAS nos períodos de pré-ZCAS e pós-ZCAS também foi observada para os eventos com duração de 5 e 6 dias.

Em relação aos eventos de 5 dias, dos 35 eventos, 30 (5) eventos foram caracterizados por ventos associados ao ASAS (ST) durante o período pré-ZCAS, e desses, 18 foram caracterizados por ventos associados ao ASAS no período pós-ZCAS. Dos 5 eventos caracterizados por ventos associados a ST durante o período pré-ZCAS, 4 eventos foram caracterizados por ventos associados ao ASAS no período pós-ZCAS. Esses eventos foram dominados por ventos associados à passagem de ST por grande parte do período de duração dos eventos (de 3 a 5 dias). Sobre o período de duração da ZCAS, da totalidade, 24 eventos foram caracterizados por ventos associados à passagem de ST, evidenciando a importância de ventos de sul, sudeste e sudoeste durante os eventos de ZCAS nas proximidades da foz do Rio Doce.

Sobre os 24 eventos com duração de 6 dias, 20 (4) eventos apresentaram dominância de ventos associados ao ASAS (ST) durante o período pré-ZCAS, e desses, 13 (4) eventos foram caracterizados por ventos associados ao ASAS (ASAS) nos dois dias pós-ZCAS. A dominância de ventos de sul, sudeste e sudoeste associados à passagem de ST na área de estudo, observada nos eventos com duração de 4 e 5 dias também foi encontrada para os eventos com duração 6 dias. Dos 24 eventos, 17 apresentaram ventos associados à passagem de ST durante os eventos. Ventos de sul, sudeste e sudoeste foram observados por períodos que duraram de 1 dia até a totalidade do evento de ZCAS.

A análise dos eventos mostrou uma dominância de ventos associados ao ASAS tanto nos dois dias que antecedem o evento como nos dois dias posteriores ao evento, e uma dominância de ventos associados à passagem dos ST durante eventos de ZCAS sobre a Bacia do Rio Doce, de forma que mais de 75% dos eventos (considerando os de 4, 5 e 6 dias) apresentaram ventos associados aos ST. Uma análise detalhada sobre a duração dos ventos associados aos ST mostrou que os períodos são maiores nos eventos de maior

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

duração. Foi encontrado que para os eventos de 4 dias, ventos de sul duraram em média menos que a metade do evento, para os eventos com 5 dias de duração, ventos de sul foram observados por períodos que duraram em média 3,5 dias e para os eventos de 6 dias, ventos de sul duraram em média 4 dias.

5. DISCUSSÃO

A análise dos dados confirmou a dominância espacial e temporal de ventos associados ao ASAS, encontrada na literatura (NIMER, 1989; VENEGAS et al., 1997; TASCHETTO e WAINNER, 2002; CAVALCANTI et al., 2009), com ventos de norte e nordeste apresentando intensidades maiores e ventos de leste apresentando as menores intensidades. Apesar dessa dominância do ASAS, foi encontrada uma diminuição da frequência de ventos associados ao ASAS em direção aos setores mais ao norte, indicando uma maior ação sobre os setores mais ao sul.

Os resultados também mostraram uma dominância de ventos de sul e sudeste sob a passagem de ST. Além disso, foi encontrado que as maiores frequências nos setores central, norte e sul foram de ventos de sul, ventos de sudeste, e ventos de sudoeste, respectivamente. Tal variabilidade espacial encontrada sugere que a passagem de ST influencia de forma diferenciada os diversos processos derivados da ação do vento, como ondas e correntes, ao longo da área de estudo.

O aumento do período máximo de permanência de ventos de sul, sudeste e sudoeste em direção ao norte foi outro importante resultado encontrado. Desta forma, parece que a diminuição da atuação de ventos associados ao ASAS em direção ao norte está relacionada à tendência a estacionaridade dos ventos associados aos ST na porção norte da CNES. Tal estacionaridade dos ventos associados aos ST no setores centro-norte e norte da CNES foi confirmada com a análise do campo direcional de vento durante os eventos de ZCAS, desde que durante grande parte dos eventos foram observados ventos de sul, sudeste e sudoeste nas proximidades do Rio Doce. Além disso, foi encontrado que dentre as classes estudadas, o período de ventos associados aos sistemas frontais é maior nas duas classes de maior duração: 5 e 6 dias.

Embora neste estudo não se faça uma distinção entre os tipos de sistemas transientes, sabe-se que os sistemas frontais são os sistemas meteorológicos mais comuns que modificam as condições de tempo na costa sudeste do Brasil (NIMER, 1989; SATYAMURTY et al., 1998), e desde o estudo realizado por Oliveira e Nobre (1986) sabe-se da tendência a estacionaridade destes sistemas nas latitudes inferiores à 20ºS, durante os meses de Fevereiro a Abril e Agosto a Outubro.

Os resultados encontrados neste estudo sobre a duração dos eventos de ZCAS e os padrões típicos de vento observados durante os eventos confirmam as condições sinóticas apontadas por estudos prévios (KOUSKY, 1979; OLIVEIRA e NOBRE, 1986; CAVALCANTI e KAYANO, 1999; NIETO-FERREIRA et al., 2011). Entre os diversos fatores que influenciam na duração dos eventos de ZCAS, na escala sinótica, os sistemas frontais têm sido identificados como elementos de elevada importância. Siqueira e Machado (2003) destacam que eventos de ZCAS podem ocorrer quando sistemas frontais alcançam as regiões tropicais e subtropicais da América do Sul e interagem com a convecção tropical. Ademais,

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Cavalcanti e Kayano (1999) sugeriram que pulsos de onda a partir de sistemas frontais seriam responsáveis pela manutenção da atividade convectiva na ZCAS. Nos períodos de pré-ZCAS e pós-ZCAS, os ventos dominantes estão associados ao sistema de maior dominância temporal, o ASAS (VENEGAS et al., 1997).

5.1 CENÁRIOS SINÓTICOS TÍPICOS

Com base nos resultados desse estudo, cenários sinóticos típicos de vento foram determinados para a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo.

Desde que foram observadas diferenças espaciais no comportamento do vento sobre a CNES durante a atuação do ASAS e dos ST, os cenários sinóticos típicos de vento foram construídos para duas regiões: Região 1: trecho sobre a plataforma continental dos setores sul, centro-sul, central e sobre a porção costeira (P15 e P19) dos setores centro-norte e norte; Região 2: trecho sobre a bacia oceânica dos setores sul, centro-sul, central e sobre a porção externa da plataforma continental (P16 e P20) dos setores centro-norte e norte. As Tabelas 7 e 8 mostram os cenários sinóticos sob a atuação do ASAS e dos ST para as regiões 1 e 2, respectivamente.

Tabela 7 - Cenários sinóticos típicos do comportamento predominante do vento para a região 1. Legenda: ASAS - Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, ST - Sistemas Transientes, N - Norte, NE - Nordeste, L - Leste, S- Sul, SE - Sudeste e SW - Sudoeste.

	Período (dias)	Intensidade (m/s)	Direção
ASAS	4	2 a 6	Ventos N/NE/L
ST	1,6	4 a 6	Ventos S/SE/SW

Tabela 8 - Cenários sinóticos típicos do comportamento predominante do vento para a região 2. Legenda: ASAS - Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, ST - Sistemas Transientes, N - Norte, NE - Nordeste, L - Leste, S- Sul, SE - Sudeste e SW - Sudoeste.

	Período (dias)	Intensidade (m/s)	Direção
ASAS	4	4 a 8	Ventos N/NE/L
ST	1,6	6 a 8	Ventos S/SE/SW

A Tabela 9 mostra os cenários típicos para as três classes de duração mais frequentes (5 dias, 6 dias e 4 dias, respectivamente). Foram consideradas as direções de vento dominantes nos dois dias pré-ZCAS, nos dois dias pós-ZCAS, e durante os eventos. Através da Tabela 9 pode-se observar a dominância dos ventos associados à ação do ASAS (norte, nordeste e leste) durante os períodos pré-ZCAS e pós-ZCAS e dos ventos associados à passagem dos ST (sudoeste, sul e sudeste) durante o período de ZCAS, como encontrado neste estudo.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 9 - Cenários sinóticos típicos do comportamento predominante do vento nos dois dias pré-ZCAS, durante os eventos e nos dois dias pós-ZCAS. Ventos N/NE/L estão associados à ação do ASAS e Ventos S/SE/SW estão associados a ação dos ST.

Pré-ZCAS (2 dias)	Durante	Pós-ZCAS (2 dias)
Eventos de 4 dias		
Ventos N/NE/L	Ventos S/SE/SW - 2 dias	Ventos N/NE/L
Ventos N/NE/L	Ventos N/NE/L - 4 dias	Ventos S/SE/SW
Eventos de 6 dias		
Ventos N/NE/L	Ventos N/NE/L - 4 dias	Ventos N/NE/L
Ventos N/NE/L	Ventos N/NE/L - 4 dias	Ventos S/SE/SW
Ventos N/NE/L	Ventos S/SE/SW - 3 dias	Ventos N/NE/L
Ventos N/NE/L	Ventos S/SE/SW - 4 dias	Ventos S/SE/SW
Ventos S/SE/SW	Ventos S/SE/SW - 5 dias	Ventos N/NE/L
Ventos S/SE/SW	Ventos N/NE/L - 4 dias	Ventos N/NE/L
Eventos de 5 dias		
Ventos S/SE/SW	Ventos S/SE/SW - 4 dias	Ventos S/SE/SW
Ventos S/SE/SW	Ventos S/SE/SW - 4 dias	Ventos N/NE/L
Ventos N/NE/L	Ventos N/NE/L - 4 dias	Ventos N/NE/L
Ventos N/NE/L	Ventos S/SE/SW - 2,5 dias	Ventos N/NE/L
Ventos N/NE/L	Ventos S/SE/SW - 4 dias	Ventos S/SE/SW

Os cenários sinóticos típicos de vento determinados neste estudo para um único ponto são extrapolados para toda a área de estudo. Tal transferência dos cenários sinóticos típicos é válida, desde que a escala espacial de atuação dos sistemas atmosféricos ASAS e ST abrange toda a área de estudo. Salienta-se que diferenças de direção dentro do mesmo quadrante (sul, sudoeste e sudeste ou norte, nordeste e leste), como as identificadas no estudo, são esperadas desde que as posições dos sistemas ASAS e ST variem ao longo do período de análise, como encontrado na literatura.

6. CONCLUSÕES

Uma importante variabilidade espacial tanto dos ventos associados ao ASAS, quanto de ventos associados aos ST foi encontrada para a região da CNES. Embora uma dominância espaço-temporal tenha sido encontrada para ventos associados à atuação do ASAS, ventos de sul e sudeste mostraram uma maior importância nos setores mais ao norte da região. Além disso, ventos tanto associados ao ASAS quanto associados aos ST apresentaram menor intensidade nos pontos mais próximos à costa, sendo que ventos de leste foram os que apresentaram menor intensidade.

Durante a atuação da ZCAS, ventos de sul, sudeste e sudoeste foram predominantes, enquanto ventos de norte, nordeste e leste foram dominantes nos períodos pré-ZCAS e pós-ZCAS.

Os resultados deste estudo chamam atenção para as possíveis implicações das condições típicas de vento sobre os processos oceanográficos e sedimentares na região da CNES. A partir dos resultados é esperada uma maior assinatura do ASAS nos processos oceanográficos e sedimentares nos setores mais ao sul da região, enquanto uma maior assinatura dos ST é esperada em tais processos nos setores mais ao norte. Outra conclusão importante é que

durante momentos de grande vazão do rio Doce (eventos de ZCAS), ventos de sul, sudeste e sudoeste são predominantemente observados na região da CNES.

Destaca-se que estudos específicos da influência das condições típicas de vento durante a atuação do ASAS, dos ST e da ZCAS sobre diferentes processos oceanográficos estão sendo realizados pelo mesmo grupo de pesquisa com o objetivo de contribuir para o melhor entendimento da interação oceano-atmosfera na região da CNES. Os achados de tais estudos podem significar um grande avanço tanto para a comunidade acadêmica que desenvolve estudos na região marinha quanto para o planejamento eficaz da navegação, da pesca e do comércio marítimo.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte acadêmico e financeiro durante a preparação da tese de Doutorado que serve de base para a construção deste artigo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J.; SUGUIO, K. Sedimentation Processes and beach morphodynamics active at The Doce River Mouth, Espírito Santo State, Brazil. Anais Da Academia Brasileira De Ciências (Impresso), v. 82, p. 1031-1044, 2010.

BASTOS, A. C.; QUARESMA, V. S.; MARANGONI, M. B.; D'AGOSTINI, D. P.; BOURGUIGNON, S. N.; CETTO, P. H.; SILVA, A. E.; AMADO FILHO, G. M.; MOURA, R. L.; COLLINS, M. Shelf morphology as an indicator of sedimentary regimes: A synthesis from a mixed siliciclastic-carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. Journal of South American Earth Science, v. 63, p. 125-136, 2015.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone. Journal of Climate, v. 15, p. 2377-2394, 2002.

CARVALHO, L. M. V; JONES, C.; LIEBMANN, B. 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, 2004.

CAVALCANTI, I. F. A; KAYANO, M. T. High frequency patterns of the atmospheric circulation over the Southern Hemisphere and South America. Meteorology and Atmospheric Physics, v. 69, p. 179-193. 1999.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F.; JUSTI DA SILVA, M. G. A. (Organizadores). Tempo e Clima no Brasil. Autores: vários. Editora: Oficina de Textos. 1ª edição, 2009.

CUNNINGHAM, C. C.; CAVALCANTI, I. F. A. Intraseasonal modes of variability affecting the South Atlantic Convergence Zone. International Journal of Climatology, v. 26, p. 1165-1180, 2006.

CUPOLILLO, F. Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce. Tese de Doutorado em Geografia – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

DALYANDER, P. S.; BUTMAN, B. Characteristics of storms driving wave-induced sea floor mobility on the U.S. East Coast continental shelf. Continental Shelf Research, v. 104, p. 1–14, 2015.

DERECZYNSKI, C. P.; JUSTI, M. G. A.; Grossmann, K. S.. Meteorologia da Bacia do Espírito Santo e parte norte da Bacia de Campos. Relatório Técnico, 2015.

DRUMOND, A.; NIETO, R.; GIMENO, L.; AMBRIZZI, T. A. Lagrangian identification of major sources of moisture over Central Brazil and La Plata Basin. Journal of Geophysical Research, v. 113, 2008.

EVANS, J. L.; BRAUN, A. A Climatology of Subtropical Cyclones in the South Atlantic. Journal of Climate, v. 25, p. 7328–7340. 2012.

FAN, F. M. ; PAIVA, R. C. D. ; COLLISCHONN, W. Hydrological Forecasting Practices in Brazil. In: Flood Forecasting: A Global Perspective. Adams, T. E.; Pagano, T. C.. (Org.). 1 ed. , v. 1, p. 41-66, 2016.

FUENTES, E. V.; BITENCOURT, D. P.; FUENTES, M. V. Análise da velocidade do vento e altura de onda em incidentes de naufrágio na costa brasileira entre os estados do Sergipe e do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 257-266, 2013.

GOZZO, L. F.; ROCHA, R. Climatology of Subtropical Cyclones in Southwestern South Atlantic Ocean. American Geophysical Union, Fall Meeting, 2012.

GOZZO, L. F., DA ROCHA, R. P.; REBOITA, M. S.; SUGAHARA, S. Subtropical cyclones over the southwestern South Atlantic: Climatological aspects and case study. Journal of Climate, v. 27, p. 8543–8562, 2014.

GRIMM, A. M. Interannual climate variability in South America: impacts on seasonal precipitation, extreme events and possible effects of climate change. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, v. 25, n. 4, p. 537-554, 2011.

GRIMM, A. M.; PAL, J.; GIORGI, F. Connection between spring conditions and peak summer monsoon rainfall in South America: Role of soil moisture, surface temperature, and topography in eastern Brazil. Journal of Climate, v. 20, p. 5929-5945, 2007.

GRIMM, A. M.; VERA, C.; MECHOSO, C. R. The South American monsoon system. In: The Global Monsoon System: Research and Forecast. Chang, C.P.; Wang, B.; Laug. N.C.G. (eds). World Meteorological Organization. Technical Document No. 1266, pp. 219–238, 2005.

HART, R. E. A cyclone phase space derived from thermal wind and thermal asymmetry. Monthly Weather Review, v. 131, p. 585–616, 2003.

INNOCENTINI, V; CAETANO NETO, E. A case study of the 9 August 1998 South Atlantic storm: Numerical simulations of the wave activity. Weather and Forecasting, 11, p. 78–88. 1996.

JIN, D.; THUNBERG, E. An analysis of fishing vessel accidents in fishing areas off the northeastern United States. Safety Science, v. 43, p. 523-540, 2005.

JONES, C.; CARVALHO, L. M. V. Active and break phases in the South American Monsoon System. Journal of Climate, v.15, p. 905-914, 2002.

JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. A. Frequência de Fenômenos Meteorológicos na América do Sul: uma Climatologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, Foz do Iguaçu, 2002.

KODAMA, Y.-M. 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, v. 70, p. 813–835, 1992.

KOUSKY, V. E. Frontal Influences on Northeast Brasil. Monthly Weather Review, v. 107, p. 1140-1153, 1979.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 3, p. 217-231, 1988.

LEMOS, C. F.; CALBET, N. O. Sistemas frontais que atuaram no litoral do Brasil (período 1987-95). In: Climanálise Especial – Edição Comemorativa de 10 anos. MCT/INPE/CPTEC, cap. 14, 1996.

LIEBMANN, B.; KILADIS, G. N.; MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; GLICK, J. D. Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic Convergence zone. Journal of Climate, v. 12, p. 1877–1891, 1999.

LIMA, J. E. F. W.; LOPES, W. T. A.; CARVALHO, N. O.; VIEIRA, M. R.; SILVA, E.M. Suspended sediment fluxes in the large river basins of Brazil. IAHS-AISH Publication, 291, p. 355-363, 2005.

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.

MÄCHEL, H.; KAPALA, A.; FLOHN, H. Behaviour of the Centres of Action above the Atlantic since 1881. Part I: Characteristics of seasonal and interannual variability. International Journal of Climatology, v. 18, p. 1-22. 1998.

MATTIUZZI, H. V.; MARCHIORO, E. O. Comportamento dos Ventos em Vitória (ES): A Gestão e Interpretação dos dados climatológicos. Revista Geonorte, Edição Especial, v.2, n.4, p.983 – 993, 2012.

MIYASAKA, T.; NAKAMURA, H. Structure and Mechanisms of the Southern Hemisphere Summertime Subtropical Anticyclones. Journal of Climate, v. 23, p. 2115–2130. 2010.

NIETO-FERREIRA, R.; RICKENBACH, T. M.; WRIGHT, E. A. The role of cold fronts in the onset of the monsoon season in the South Atlantic Convergence Zone. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v. 137, p. 908–922, 2011.

NIMER, E. Climatologia do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 421p. Rio de Janeiro, RJ, 1989.

NOGUEIRA, I.C.M., PEREIRA, H. P. P., PARENTE, C. E., GALLO, M. N. Climatologia de Ondas da Bacia do Espírito Santo e parte norte da Bacia de Campos. Relatório Técnico - Fundação COPPETEC, 2015.

OLIVEIRA, A. S.; NOBRE, C. Interactions between frontal systems in South America and tropical convection over the Amazon. In: International conference on Southern Hemisphere Meteorology, Wellington, 1986.

OLIVEIRA, K. S. S., QUARESMA, V. DA S. Temporal variability in the suspended sediment load and streamflow of the Doce River. Journal of South American Earth Sciences, v. 78, p. 101-115, 2017.

PEAGLE, J. N.; MO, K. C. Linkages between Summer Rainfall Variability over South America and Sea Surface Temperature Anomalies. Journal of Climate, v. 15, n.12, p. 1389-1407, 2002.

PIUMBINI, P. P. Clima de Ondas de Gravidade e Estado de Agitação Marítima em Ambientes Marinhos no Espírito Santo. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental com ênfase em Petróleo e Gás. Universidade Federal do Espírito Santo, 2009.

QUADRO, M. F. L.; SILVA DIAS, M. A. F.; HERDIES, D. L.; GONÇALVES, L. G. G. Análise Climatológica da Precipitação e do Transporte de Umidade na região da ZCAS através da nova Geração de Reanálises. Revista Brasileira de Meteorologia, v.27, n.2, p. 152 - 162, 2012.

QUARESMA, V. S.; CATABRIGA, G. M.; BOURGUIGNON, S. N.; GODINHO, E.; BASTOS, A. C. Modern Sedimentary processes along the Doce River adjacent continental shelf. Brazilian Journal of Geology, 2015.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. da; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

ROCHA, R. P.; SUGAHARA, S.; SILVEIRA, R. B. Sea waves generated by extratropical cyclones in the South Atlantic Ocean: hindcast and validation against altimeter data. Weather and Forecasting, 19: 398-410, 2004.

RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 135-151, 2004.

RUDORFF, N.; RUDORFF, C. M.; KAMPEL, M.; ORTIZ, G. Remote sensing monitoring of the impact of a major mining wastewater disaster on the turbidity of the Doce River plume off the eastern Brazilian coast. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, In Press, Corrected Proof, 2018.

SAHA, S. e Coautores. The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. Bulletin of the American Meteorological Society, 2010.

SATYAMURTY, P.; NOBRE, C.; SILVA DIAS, P. L. South America. In: Meteorology of the Southern Hemisphere. Karoly, D. J.; Vincent, D. G. Eds., American Meteorological Society, p. 119–139, 1998.

SIQUEIRA, J. R.; MACHADO, L. A. T. Influence of the Frontal Systems on the Day-to-Day Convection Variability over South America. Journal of Climate, v. 17, p. 1754–1766, 2004.

TASCHETTO, A. S.; WAINER, I. Estudo climatológico dos parâmetros de superfície marinha no Atlântico Sudoeste. Revista Brasileira de Metereologia. v.17, n.2, p. 229-242, 2002.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

VÁSQUEZ PANDURO, ISELA L.; DE ARAUJO, L. M. N.; MOLION, L. C. B.; DE ABDALAD, M. A. ; MOREIRA, D. M. ; SANCHEZ, A. ; BARBOSA, H. A. ; ROTUNNO FILHO, O. C. Historical analysis of interannual rainfall variability and trends in southeastern Brazil based on observational and remotely sensed data. Climate Dynamics, v. 50, p. 801-824, 2018.

VENEGAS, S.A.; MYSAK, L.A.; STRAUB, D. Atmosphere-ocean coupled variability in The South Atlantic. Journal of Climate, v. 10, p. 2904-2920. 1997.

WALLACE, J. M.; HOBBS, P. V. Atmospheric science: An introductory survey. Academic Press (New York), 1977.

WARNER, J. C.; ARMSTRONG, B.; SYLVESTER, C. S.; VOULGARIS, G.; NELSON T.; SCHWAB, W. C.; DENNY, J. F. Storm-induced inner-continental shelf circulation and sediment transport: Long Bay, South Carolina. Continental Shelf Research, v. 42, p. 51–63, 2012..