
4. AVALIAÇÃO DE FONTES DE OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS À SUPERFÍCIE

Dados faltantes e espúrios, bem como mudanças nas características de estações causadas por modificações em equipamentos ou processos de observação, são problemas que afetam a maioria das estações meteorológicas. No entanto, há falhas específicas relacionadas com determinados registros ou redes meteorológicas. Uma descrição de problemas encontrados em cada conjunto de dados e rede meteorológica é apresentada nessa seção, assim como a manipulação de dados, seja intencional ou não. Tal manipulação pode ser fruto de tentativas de remover dados espúrios, mas processos de análise inadequados acabam resultando no descarte de eventos reais de ventos extremos como sendo falsos.

4.1 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE SUPERFÍCIE (EMS) EM AERÓDROMOS

4.1.1 METAR, SPECI e SYNOP (MSS)

O registro de dados observados em estações meteorológicas de superfície (EMS) é feito em boletins meteorológicos dos tipos METAR, SPECI e SYNOP, apresentados na Seção 3.1.1 *EMS do Aeródromos*. Os registros extraídos de boletins meteorológicos METAR/SPECI ou SYNOP usando métodos desenvolvidos neste trabalho são denominados MSS – diferentes de dados disponibilizados por bancos de dados de terceiros que também se originam em boletins METAR/SPECI ou SYNOP. Embora existam protocolos bem definidos para elaboração de boletins meteorológicos, erros em informes METAR/SPECI são frequentes. Há dois tipos de erros: erro na formatação do boletim; e erro nos dados registrados em um boletim com formatação correta. Ambos os tipos de erros são causados na maioria das vezes pela histórica alta dependência de processos manuais nas EMS. Muitos aeroportos sul-americanos modificaram seus sistemas para leituras digitais e compilação automática de dados em informes METAR/SPECI nos últimos 10-15 anos. Sendo assim, a probabilidade de encontrar erros é menor em boletins mais recentes. Estes erros podem causar problemas em rotinas automatizadas de extração de dados e, portanto, é pertinente que haja cautela ao executar estas rotinas para evitar o uso de dados incorretos na análise climática.

A Tabela 4.1 apresenta os erros de formatação de boletins METAR/SPECI mais frequentemente encontrados para a região estudada. Para a maioria dos casos, o erro é tipográfico e seu impacto está limitado a um boletim. No entanto, encontraram-se casos em que dois ou mais boletins METAR/SPECI estão disponíveis para a mesma combinação de EMS e registro data/horário (*timestamp*). Há duas possíveis razões para isto: um segundo boletim foi emitido para corrigir o boletim previamente emitido com erro (desde 2012 utiliza-se o código “COR” para indicar que é um boletim de correção); ou um ou mais boletins têm registros data/horário ou dados de mês e ano incorretos.

A identificação de dados suspeitos em boletins meteorológicos formatados corretamente é um desafio enfrentado em qualquer tipo de análise, independente de protocolos de observação. Nos casos de dados MSS e ICEA-BDC, dados espúrios são normalmente atribuídos a erros tipográficos. Dados espúrios foram identificados e removidos pois o uso destes dados como valores extremos reais alteraria os resultados deste estudo. Métodos para identificação e tratamento de dados suspeitos estão explicados na Seção 6.5 *Identificação de eventos de ventos extremos sinóticos, não-sinóticos e suspeitos*.

Assim como boletins METAR/SPECI, boletins SYNOP também podem apresentar erros de formatação. Entre os erros de formatação mais comuns estão: informação incorreta de vento calmo, direção do vento maior que 360°, informação incorreta de data e horário, campos de informações agrupados devido à falta de espaço delimitador, falta do campo de dados de observação do vento e indicação incorreta da unidade de velocidade do vento. Os últimos dois tipos de erros causam impacto significativo nos dados extraídos de boletins SYNOP.

A Tabela 4.2 apresenta um exemplo de três boletins (SYNOP, METAR e ICEA-BDC) sobre a mesma observação feita no Aeroporto Internacional Salgado Filho, Porto Alegre, RS (SBPA/83871) às 18:00 UTC, dia 06/12/2013. Esta observação é particularmente interessante devido ao registro de velocidade do vento ($V = 56$ kt) informado por dois bancos de dados distintos. Ao comparar o boletim SYNOP com o boletim METAR e os dados do ICEA-BDC, o qual contém a informação correta de velocidade e direção do vento ($DIR = 290^\circ$ e $V = 10$ kt), o erro grosseiro fica evidente. Adicionalmente, a comparação com boletins METAR nas horas anterior e posterior às 18:00 UTC mostra que $V = 10$ kt é mais apropriado. Analisando o boletim SYNOP observa-se que o quarto grupo de informações, que normalmente contém os dados de observações de vento, de fato apresenta dados de

temperatura e que os dados de vento não foram informados neste boletim. A leitura incorreta de $V = 56$ kt é na verdade a leitura parcial da temperatura $T = 25.6^{\circ}\text{C}$.

Tabela 4.1 – Erros de formatação frequentemente encontrados em boletins METAR/SPECI.

Irregularidade	Data	Exemplo de irregularidade em formatação METAR/SPECI
Sem delimitador	06/03/2014	SBSN 060100Z 060100Z15003KT 9999 TS FEW017 FEW020CB SCT100 25/23 Q1012=
Dois METARs diferentes agrupados	19/06/2003	SBEG 192100Z 11009KT 9999 FEW020 FEW025TCU 32/25 Q101 OSBTT 192100Z 30004KT 9999 SCT020 FEW025TCU BKN300 ///// Q1010=
Boletim é TAF	24/06/2014	SBSP 240211Z 2406/2506 05003KT 8000 NSCTN15/2409Z TX26/2418ZPROB30 2408/2411 3000 BRBECMG 2412/2414 33005KT CAVOKBECMG 2421/2423 05003KT RMK PGF=
Boletim é SYNOP	15/04/2005	SBJP 151800Z 32570 41414 10312 20234 40109 84200 333 58009=
Boletim está vazio	02/01/2013	SBLO 020047Z =
Dígitos a mais nos dados de observação do vento	21/04/2003	SBGL 210300Z 090045KT 6000 -RA SCT008 BKN013 24/23 Q1017=
	02/07/2004	SBBE 022100Z 040086KT 9999 SCT013 BKN100 BKN300 26/24 Q1010=
Dígitos faltando nos dados de observação do vento	30/01/2003	SBBE 300400Z 1102KT 9999 FEW017 SCT300 24/23 Q1011=
	15/09/2003	SBFL 151800Z 3507KT 9999 BKN040 21/12 Q1020=
Unidade (kt) não claramente definida	03/10/2003	SBFL 030700Z 01006 9999 SCT010 BKN250 18/17 Q1016=
	11/02/2009	SBRJ 110400Z 33002 KR 8000 FEW018 BKN080 26/24 Q1012=
Falta campo de dados de observação do vento	12/02/2003	SBME 121700Z CAVOK 31/27 Q1013 W///S3=
	04/10/2003	SBAF 041200Z 7000 SCT018 BKN090 25/19 Q1021=
Múltiplos campos de dados de observação de vento	19/03/2005	SBPA 190040Z 18018KT 17008KT 5000 -RA BKN008 OVC051 24/20 Q1013 WS RWY11=
	12/11/2008	SBSP 122011Z 122002KT 21006KT 3000 TSRA BR BKN013 FEW030CB BKN070 20/18 Q1011=
Direção do vento não é múltipla de 10°	12/10/2003	SBBE 120800Z 08803KT 9999 FEW017 BKN100 24/24 Q1009=
	04/05/2009	SBSP 041740Z 20927G43KT 9999 BNK025 18/12 Q1017=
Direção do vento maior que 360°	07/02/2003	SBSP 070600Z 90005KT CAVOK 24/19 Q1017=
	24/05/2003	SBIH 241700Z 57005KT 9999 FEW025 BKN400 34/24 Q.008=
Letra "O" ao invés de número "0"	10/03/2003	SBGL 100900Z OOOOOKT 9999 SCT020 BKN090 25/25 Q1012=
	28/03/2003	SBGR 282200Z 160 O5KT 9999 BKN020 SCT100 21/18 Q1020=
Número "9" ao invés de número "0"	24/07/2003	SBJP 242200Z 14997KT 9999 SCT020 24/23 Q1016=
	22/07/2009	SBRP 220400Z 98996KT CAVOK 21/16 Q1014=
Letras ao invés de números	15/01/2003	SBVH 152000Z PEYPIKT 9999 SCT020 BKN100 29/23 Q1010=
	25/04/2003	SBMO 251400Z APRPQPKT 9999 BKN017 BKN300 28/21 Q1014=
Observações de rajada informadas incorretamente	18/05/2011	SBEG 180024Z 32008G18 3000 RA BKN006 FEW025TCU BKN100 23/21 Q1012=
	25/07/2003	SBCH 251800Z 3301020KT CAVOK 26/16 Q1021=
Direção variável informada incorretamente	04/08/2009	SBMG 041800Z VRB09903KT CAVOK 29/15 Q1018=
	28/04/2008	SBCH 281500Z 330V03020G30KT 9999 FEW045TCU SCT070 25/19 Q1008=
Informações conflitantes para mesma EMS e registro data/horário	18/08/2007	SBPS 181200Z 15007KT 1000 +RA BR SCT009 SCT020 FEW025TCU 20/19 Q1022= SBPS 181200Z 11005KT 3000 -RA BR SCT015 SCT020 FEW025TCU 20/19 Q1022 RERA=
Informação de "vento calmo" incorreta	12/01/2009	SBSC 120400Z CALMO CAVOK 24/22 Q1016=
Delimitador incorreto	22/03/2004	SBCH 220800Z 140/20KT CAVOK 16/13 Q1016=
Informação ininteligível	26/08/2003	SBAF 260600Z 24 063801,-77),4- ?(010 OVC080 17/17 Q1021=
Uso "RAF" ao invés de "G"	19/04/1997	SAWG 191600Z 270/35KT RAF.50KT 30KM 2CU3000FT 04/-04 QNH 10017=

Tabela 4.2 – Boletins SYNOP, METAR e ICEA-BDC para a SBPA – Porto Alegre, RS, às 18:00 UTC do dia 06/12/2003.

Tipo	Boletim	DIR (°)	V (kt)	G (kt)	T (°C)
SYNOP	AAXX 06184 83971 32970 10256 20084 30129 40134 56012	20	56	-	25.6
METAR	SBPA 061800Z 29010 KT CAVOK 26/08 Q1013	290	10	-	26
ICEA-BDC	PAS-31 (ICEA, 2017)	290	10	-	25.6

Um exame histórico das observações SYNOP no Brasil revelou que às vezes valores i_w indicam a velocidade do vento em m/s e não em kt. Em quase todos os casos observou-se que as velocidades do vento em boletim SYNOP com $i_w = 1$ (indicando unidade m/s) tinham magnitude duplicada em relação a observações anterior e posterior. Considerando que 1 kt = 0.5144 m/s, é provável que as raras indicações de uso de m/s em boletins SYNOP se devam a indicadores i_w equivocados. Nestes casos a unidade de velocidade do vento deve ser considerada kt, a menos que seja notado o uso regular e frequente de m/s.

Boletins METAR/SPECI e SYNOP podem ser obtidos de diversas fontes, incluindo acesso direto ao Banco Internacional OPMET através website da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET)¹⁰. Neste banco de dados estão disponíveis boletins METAR/SPECI desde novembro de 2002 e boletins SYNOP desde 2012. *Weather Underground*¹¹ (WU) e *National Centers for Environmental Information*¹² (NCEI) disponibilizam boletins METAR/SPECI desde julho de 1996 e setembro de 1999, respectivamente. WU e NCEI/NCDC também disponibilizam dados já extraídos de boletins meteorológicos originais, contudo, a rotina de extração de dados frequentemente introduz dados equivocados nos registros. Este assunto será tratado detalhadamente em 4.1.3 *Bancos de dados de terceiros*.

Em alguns casos, os metadados de observações não correspondem corretamente as datas, horários e localizações contidas nos boletins METAR/SPECI e SYNOP, particularmente nos dados anteriores a 2006 dos bancos de dados NCEI e WU. Os dados da REDEMET não apresentam este problema. Um exemplo de erro na indicação da localização é encontrado nos bancos de dados NCEI e WU para duas observações de ventos fortes em SBPA (Porto Alegre, RS). Estas observações não foram encontradas nos registros da REDEMET para SBPA (Porto

¹⁰ <http://www.redemet.aer.mil.br/>

¹¹ <http://www.wunderground.com/>

¹² <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct>

Alegre, RS), mas boletins deste banco de dados contendo as mesmas observações de ventos fortes foram encontrados para duas estações diferentes: SBPF – Passo Fundo, RS, apresentado na Figura 4.1; e SBCA – Cascavel, PR, apresentado na Figura 4.2. Por outro lado, nenhuma das observações de ventos fortes indicadas pela REDEMETS em SBPF e SBCA foram encontradas nos registros do NCEI ou WU. É extremamente difícil identificar estes erros sem um processo criterioso de verificação cruzadas entre registros e estações meteorológicas, e este processo pode ser proibitivamente custoso em termos de tempo.

SBPA 291515Z 34030G50KT 4000 HZ NSC 29/17 Q1003=	(NCEI & WU)
SBPF 291540Z 34030G50KT 4000 HZ NSC 29/17 Q1003=	(REDEMETS)

Figura 4.1 – Boletins SPECI para SBPA (NCEI, WU) e SBPF (REDEMETS), 29/08/2005.

SBPA 302105Z 29022G32KT 1000 TSRA SCT004 FEW040CB 18/18 Q1009=	(NCEI & WU)
SBCA 302105Z 29022G32KT 1000 TSRA SCT004 FEW040CB 18/18 Q1009=	(REDEMETS)

Figura 4.2 – Boletins SPECI para SBPA (NCEI, WU) e SBCA (REDEMETS), 30/08/2005.

4.1.2 ICEA-BDC

O Banco de Dados Climatológico (BDC) gerenciado pelo ICEA é aqui examinado sob três perspectivas: dados disponibilizados em no website e dois relatórios diferentes requisitados especialmente para este trabalho. Embora representem os mesmos dados, cada um dos três conjuntos de registros apresenta dados de velocidades extremas do vento diferentes. Sendo assim, é importante considerar as limitações de cada conjunto de registros para que possam ser usados corretamente. Dados horários de V do BDC foram usados por Pes et al. (2017) numa investigação das tendências do clima de vento no Brasil.

4.1.2.1 ICEA website

O Sistema de Geração e Disponibilização de Dados Climatológicos¹³ é a forma que o público em geral tem de acessar o BDC. O website disponibiliza valores máximos históricos mensais de velocidade para 105 EMS desde 1951. A frequência de ocorrência por direção do vento (incrementos de 10°) também está disponível para V e G . Para V , velocidades do vento são agrupadas em faixas de 5 kt a 30 kt, e o último grupo é $V > 30$ kt. Para G , velocidades do

¹³ <http://clima.icea.gov.br/clima/>

vento são agrupadas em faixas de 10 kt até 60 kt, e o último grupo é $G > 60$ kt. Os dados consideram todos os anemômetros presentes no aeródromo para o período solicitado. É difícil avaliar a qualidade dos dados apresentados sem ter acesso a série temporal horária, apesar disso há casos em que é possível observar falhas no controle de qualidade. Um exemplo é a série de velocidades máximas anuais para SBGL – Galeão, RJ, apresentado na Figura 4.3. De 1990 em diante foram informados seis valores máximos anuais $V \geq 90$ kt, velocidades do vento normalmente geradas por ciclones tropicais – fenômeno que não ocorre no Rio de Janeiro. Consequentemente decidiu-se que os dados disponíveis no website não são apropriados para estudos de distribuição de velocidades de ventos extremos.

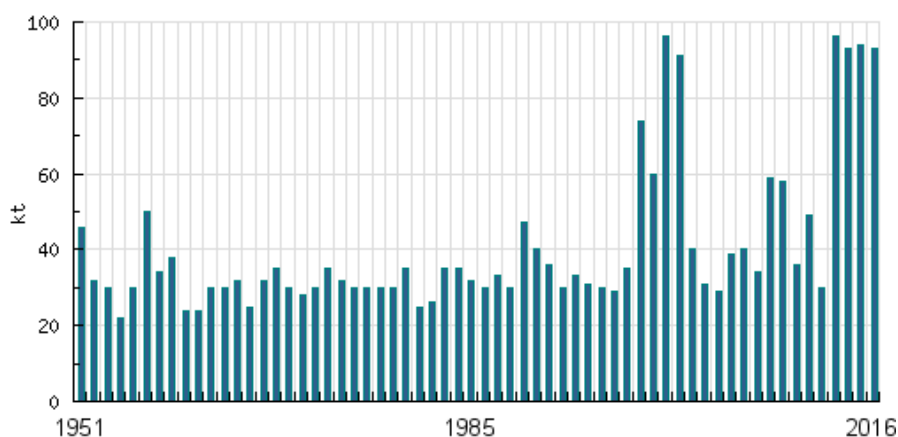


Figura 4.3 – Séries de máximas anuais de V em SBGL (Fonte: ICEA website⁴)

4.1.2.2 PSEC-46

Em novembro de 2015 o ICEA enviou ao autor deste trabalho dados estatísticos na forma do relatório técnico PSEC-46 (ICEA, 2015). Os seguintes dados diários de vento para 70 aeródromos brasileiros: direção do vento predominante, V média, V máxima e G máxima. Informações horárias sobre tempo presente também foram oferecidas, com referência a zonas horárias locais (ignorando diferenças causadas pelo Horário de Verão). Vários problemas apareceram durante o processamento dos dados do PSEC-46, incluindo a filtragem de ventos extremos reais, dados fora de formatação, dados faltantes e dados espúrios.

Para os aeródromos que operando há mais tempo, o período de tempo compreendido pelo relatório foi de quase 65 anos (de 1° de janeiro de 1954 até 26 de outubro de 2015). Os dados do vento foram informados por anemômetro, o qual é nomeado de acordo com a cabeceira da pista de pouso e decolagem em que se localiza. Em diversos casos, os anemômetros são

chamados de “00” ou uma combinação de duas cabeceiras de pistas, por exemplo, “18/36” – o anemômetro não está localizado em nenhuma das cabeceiras da pista. “L” (esquerda – *left*), “R” (direita – *right*) e “C” (centro – *centre*) são utilizados para diferenciar pistas paralelas. Não é incomum que anemômetros sejam substituídos, realocados ou renomeados. Um exemplo do histórico de nomes/localizações de anemômetros do SBGR – Guarulhos, SP, é mostrado na Figura 4.4.

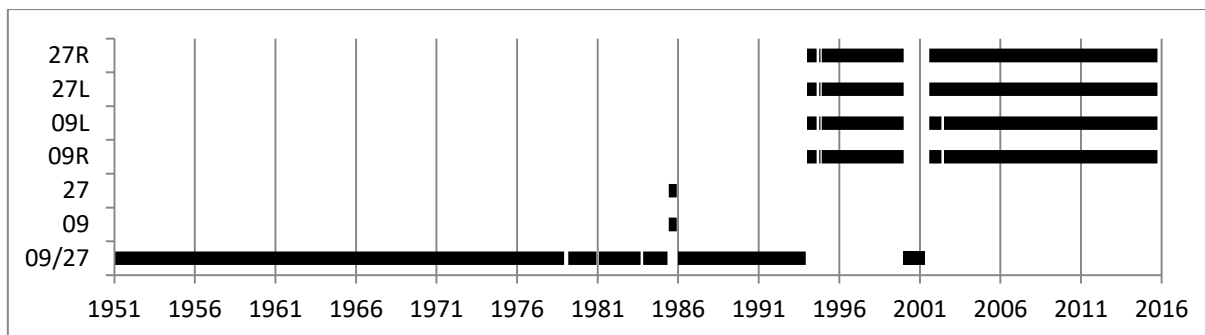


Figura 4.4 – Períodos de operação de anemômetros por cabeceira de pista no SBGR.

Dados de 28 estações apresentaram padrões similares de valores de V e DIR corrompidos para o período entre 01/01/1998 e 31/05/2001. Para este período, a V máxima diária é maior que o resto das séries e limitada a 36kt, enquanto DIR está restrita a valores inferiores a 140° . Dados de rajada não foram afetados. A anomalia é facilmente identificada quando plotada. Um exemplo é apresentado na Figura 4.5 que mostra para todos os anemômetros no SBGR (Guarulhos, SP). Após inspeção dos dados e consulta ao ICEA, determinou-se que a anomalia se deve a troca de campos de informação no BDC: dados de DIR estão incorretamente informados nos campos destinados a V , e vice-versa. Considerando que os dados oriundos do PSEC-46 estão no formato de valores máximos e médios diários, estes dados deste período são inutilizáveis.

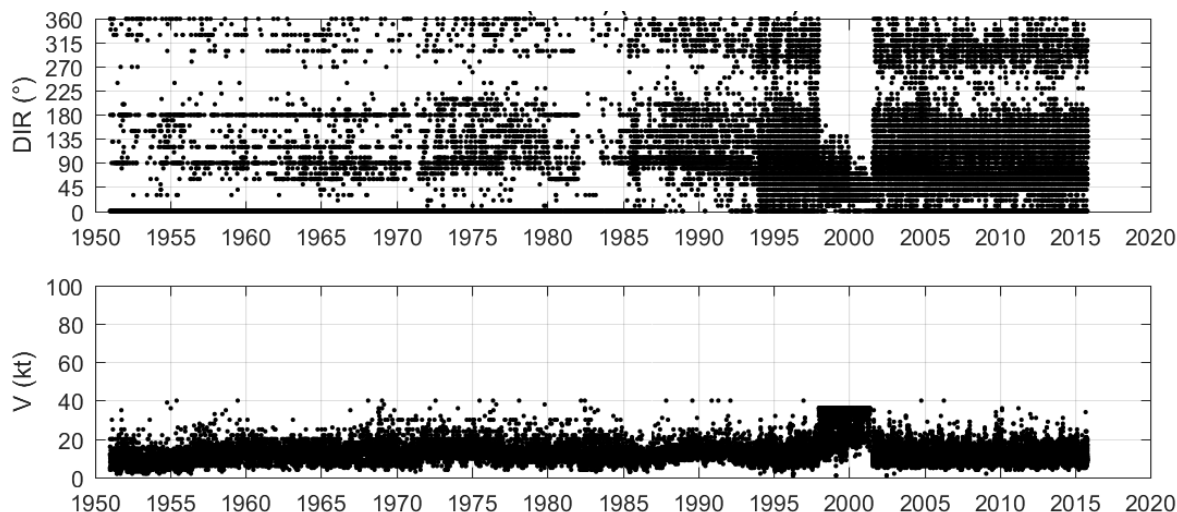


Figura 4.5 – Máximas diárias de V e DIR no SBGR de acordo com PSEC-46 (ICEA, 2015).

Valores de rajada para SBGR e SBFI – Foz do Iguaçu, PR, apresentaram padrões similares para o período anterior a 1965. Os dados de SBGR são apresentados na Figura 4.6, estes dados aparentam ser de condições gerais do tempo e não de G .

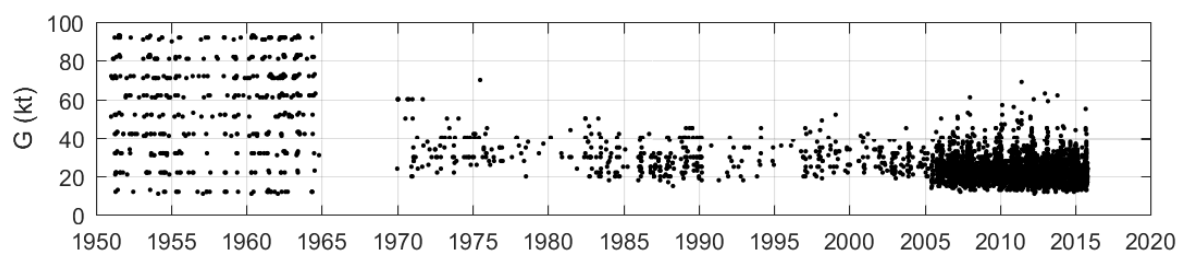


Figura 4.6 – Máxima diária de G no SBGR de acordo com PSEC-46 (ICEA, 2015).

Teoricamente, dados de vento em boletins METAR/SPECI deveriam ser iguais a dados apresentados no PSEC-46, ajustando apenas o horário de local a UTC. Todavia, comparando os dois para vários casos, encontrou-se que diversos valores extremos de V e G não estavam presentes no PSEC-46. Por exemplo, evento registrado no SBSM – Santa Maria, RS, em 01/03/2003. De acordo com os boletins METAR, apresentados na Figura 4.7, uma tempestade elétrica gerou observações de velocidades do vento $V = 41$ kt e $G = 51$ kt às 16:25 UTC, seguidos por $V = 20$ kt e $G = 40$ kt às 17:00 UTC. No entanto, de acordo com PSEC-46 as máximas diárias para 01/03/2003 foram $V = 20$ kt e $G = 40$ kt para o anemômetro principal na cabeceira da pista 11, e $V = 24$ kt e $G = 55$ kt para o anemômetro secundário na cabeceira da pista 29. Observa-se na Figura 4.8 que a série temporal de V máxima diária, de acordo com

PSEC-46, nunca passa de 36kt. Conclui-se que este limite foi colocado nos dados pelo SBSM. Examinando dados de outras estações encontrou-se o mesmo problema. Após apresentar estas conclusões ao ICEA, confirmou-se que um valor de V limite é estabelecido para cada estação e que valores acima do limite são sinalizados como suspeitos. Considerando que PSEC-46 excluiu estes valores, os dados deste relatório foram considerados inadequados para este trabalho.

```
SBSM 011600Z 20008KT 9999 BKN030 FEW040CB 31/26 Q1009=
SBSM 011625Z 30041G51KT 0100 R11/0100 R29/0100 +TSRA BKN025 FEW040CB 30/27 Q1010=
SBSM 011700Z 24020G40KT 1500 R11/1000 R29/0800 +TSRA OVC200 29/27 Q1012=
```

Figura 4.7 – Boletins METAR para SBSM, 01/03/2003 (Fonte: REDEMET10)

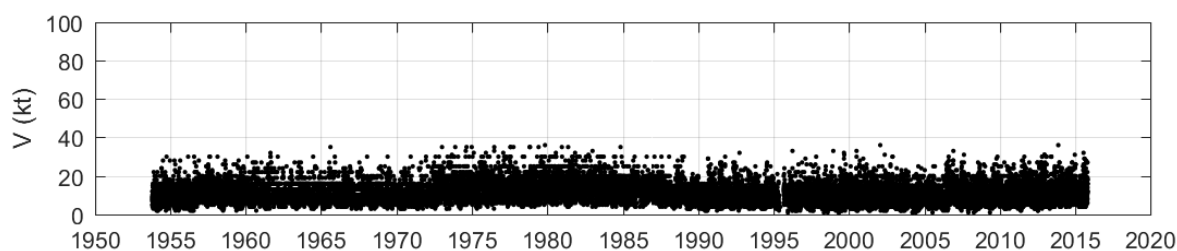


Figura 4.8 – Séries temporais de máximas diárias de V para SBSM de acordo com PSEC-46 (ICEA, 2015).

4.1.2.3 PAS-31

Os problemas encontrados em 4.1.2.2 PSEC-46 foram apresentados ao ICEA em reunião na sede do instituto, em São José dos Campos, SP, em dezembro de 2016. Nesta reunião ficou decidido que um novo relatório seria preparado contemplando uma seleção expandida de aeródromos sem filtrar os dados sinalizados como suspeitos. Séries temporais de DIR , V , G , T , T_d , QNH e indicadores de tempo presente para 151 aeródromos foram compilados no PAS-31 (ICEA, 2017). Inicialmente, foram solicitados todos os dados desde os mais antigos disponíveis (01/01/1951 ou desde o início do funcionamento do aeródromo) até 31/12/2016. Foram recebidos dados para 23 estações, porém, devido à grande quantidade de dados e à demanda de trabalho para o ICEA, estes dados foram recebidos em cinco lotes ao longo de aproximadamente quatro meses desde junho de 2017. Este cronograma foi considerado impraticável para o prazo final deste estudo e, portanto, reduziu-se o período dos dados solicitados para dados a partir de 01/01/1990. Este ano foi escolhido de maneira a balancear a

necessidade de maximizar o número de anos de dados e minimizar o impacto de dados adquiridos utilizando processos que poderiam afetar os resultados deste estudo como, por exemplo, leituras analógicas/convencionais e anemômetros localizados em posições diferentes ou até mesmo sobre o teto de torres de controle. Relatórios das 128 estações restantes, contendo dados até a data de sua emissão, foram recebidos em dois lotes: 21/12/2017 (20 estações) e 08/02/2018 (108 estações).

Todos os dados recebidos estavam identificados com os sinalizadores de qualidade utilizados pelo ICEA para indicar erros grosseiros e dados espúrios. Os dados sinalizados não foram excluídos automaticamente, cada dado foi analisado individualmente. A ocorrência de vários eventos de ventos extremos foi confirmada através de comparação de boletins METAR e dados do PAS-31, incluindo o evento detalhado na Figura 4.7. Para todas as estações que apresentaram problemas nos dados relativos aos dados de *DIR* e *V* entre 1998 e 2001, como descrito em 4.1.2.2 *PSEC-46*, foram manualmente trocados para os campos corretos.

A princípio, não deveriam haver divergências entre dados MSS e PAS-31 devido às observações serem originadas a partir da mesma fonte. Entretanto, as observações são submetidas a processos completamente diferentes entre a sua aquisição original e a publicação no conjunto de dados final. Além das descontinuidades nas séries temporais de cada conjunto de dados, algumas diferenças inesperadas foram encontradas ao longo da investigação. Indicadores de clima atuais frequentemente não possuem os dados PAS-31, com o exemplo do evento de vento mais extremo em SBAE – Arealva, SP, mostrado na Figura 4.9. Ambos conjuntos de dados apresentaram uma rajada pico de 42 kt para o evento, com tempestade de raios reportada nos dados METAR mas não nos PAS-31. Tal informação pode alterar a classificação do tipo de evento – nesse caso, um evento não-sinótico poderia ser erroneamente classificado como sinótico.

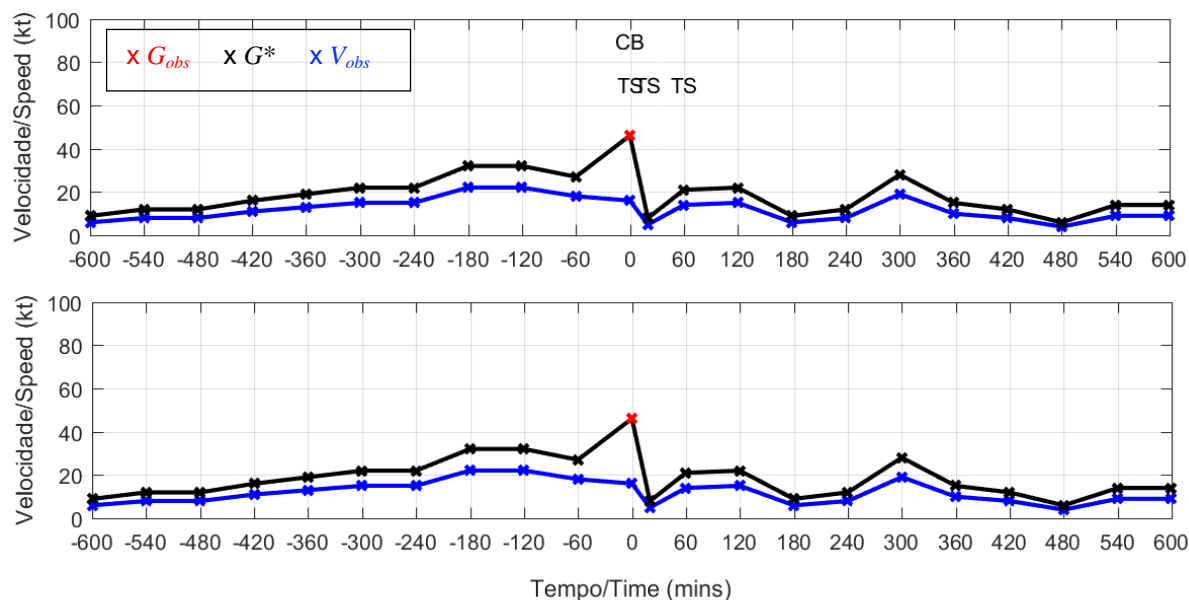


Figura 4.9 – Evento de vento extremo em SBAE – Arealva, SP, 19/09/2012 às 18:00 UTC. (cima: conjunto de dados MSS; baixo: conjunto de dados PAS-31)

4.1.3 Bancos de dados de terceiros

Existem diversos bancos de dados *online* que abrigam dados históricos de observações meteorológicas e podem ser consultados para análise climática. Esses bancos de dados não possuem qualquer caráter oficial na geração ou gerenciamento de observações meteorológicas nas estações meteorológicas de superfície (EMS) brasileiras, recebendo todos os dados via GTS e, portanto, são denominadas bancos de dados de terceiros.

Rotinas de extração de dados automáticas utilizadas por bancos de dados de terceiros, como NCEI, WU e CPTEC-INPEC, são desenvolvidas para boletins sem erros e muitas vezes falham ao examinar a integridade dos dados que estão sendo processados. O resultado da extração de dados incorretos pode resultar em velocidades do vento mais altas do que as realmente observadas ou os dados são simplesmente excluídos e desconsiderados na análise. Exemplos são mostrados na Tabela 4.3. Os mesmos problemas estão presentes em dados extraídos de boletins SYNOP (exemplo na Tabela 4.2).

Tabela 4.3 – Dados incorretos extraídos de boletins METAR/SPECI como apresentados por bancos de dados de terceiros

Tipo de erro	Data (UTC)	Boletim METAR	Dados extraídos: DIR (°)/V (m/s)/G (m/s)		
			NCEI	CPTEC-INPE	WU
Dígitos a mais	25/03/2008	SBGL 252000Z 160045KT 6000 BKN013 ...	160/23.1/-	0/0/-	160/23.1/-
Dígitos faltando	13/09/2008	SBGL 130500Z 2705KT 9000 FEW015 ...	-/-/-	270/2.6/-	360/-/-
“9” ao invés de “0”	14/11/1996	SBGR 142000Z 35993KT 6000 SCT25 ...	350/1.5/-	-/-/-	350/47.8/-
Unidades faltando	19/01/2003	SBSP 190500Z 12003 CAVOK 23/19 ...	-/-/-	-/-/-	360/-/-
Unidades faltando	24/11/2015	SAWE 241700Z 29029G36 9999 SCT020 ...	290/29/36	0/0/-	290/14.9/18.5
Uso de “RAF” ao invés de “G”	09/10/2002	SAWG 091900Z 27028RAF39KT 9999 ...	-/-/-	-/-/-	360/-/-
Unidades incorretas	15/03/2009	SBGL 150500Z 33005KTKT 999 SCT010 ...	-/-/-	350/2.6/-	330/2.6/-

Foi feita comparação do número de observações de ventos extremos por ano apresentado pelo NCEI e no PAS-31 para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, Porto Alegre, RS (SBPA/83971). O período de interesse foi 1990 a 2016, desconsiderando os anos 1999, 2000 e 2001 porque os dados destes anos estavam faltando no PAS-31. A análise foi feita para as séries temporais de V e G , utilizando os seguintes critérios: $V \geq 30$ kt, $G \geq 40$ kt. Examinando os resultados apresentados na Figura 4.9, percebe-se que os dados do NCEI consistentemente indicam mais observações $V \geq 30$ kt do que os dados do PAS-31 até 2011, enquanto que o número de observações $G \geq 40$ kt é parecido para as duas fontes de dados ao longo de todo o período analisado. Os dados do NCEI contêm mais observações $V \geq 30$ kt do que os dados do PAS-31 devido à extração incorreta de dados de boletins METAR e SYNOP mal formatados, sendo os últimos mais problemáticos. Na Tabela 4.2 e Tabela 4.3 encontram-se exemplos de como erros na extração de dados sobre velocidades de ventos extremos em boletins METAR e SYNOP podem ocorrer. A concordância dos dados do NCEI e PAS-31 ocorre para dados a partir de 2012 porque o NCEI desistiu de usar boletins SYNOP nesse ano, como ilustrado na Figura 4.10.

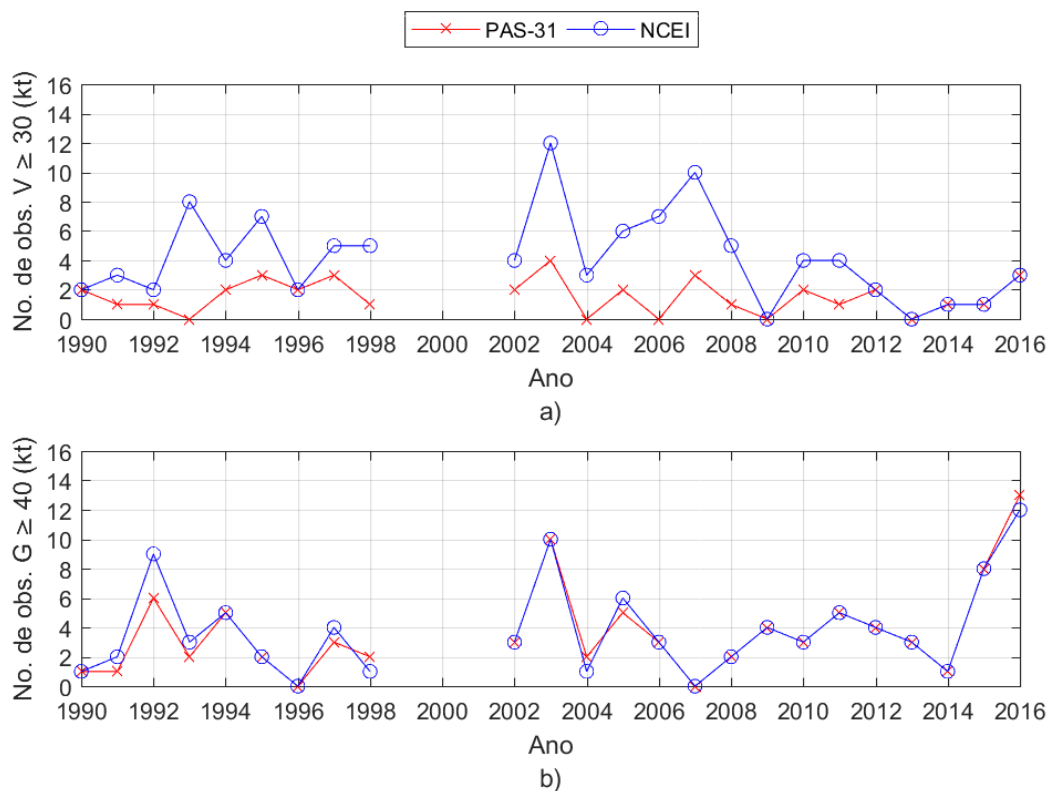


Figura 4.10 – Número de observações de ventos extremos no SBPA de acordo com PAS-31 e NCEI, a) $V \geq 30$ kt, b) $G \geq 40$ kt.

4.1.3.1 NCEI

National Centers for Environmental Information (NCEI), antigamente chamado *National Climate Data Center* (NCDC), faz parte da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) que é vinculada ao Departamento de Comércio dos Estados Unidos. O banco de dados de observações de superfície global é provavelmente o mais extenso e abrangente disponível ao público. O banco de dados DS3505¹² contém dados horários de observações de superfície e é normalmente a primeira fonte de consulta para pesquisadores e engenheiros quando realizam análises de condições de vento. Exemplos de sua utilização global são encontrados em análises feitas por Burton e Allsop (2009) sobre Tailândia e Austrália, Kumar et al. (2012) sobre a Índia, Gatey (2011) sobre a Europa e Pryor et al. (2009) sobre os Estados Unidos. O banco de dados do NCEI recebe boletins meteorológicos (via GTS), identifica e extrai parâmetros dos boletins e disponibiliza as informações para o público no website. Para muitas estações, os dados estão disponíveis desde 1973, no entanto, dados de outras estações são muito mais recentes, incluindo SBBE (Val de Cans – Belém, PA), SBBH (Pampulha – Belo Horizonte, MG) e SBKP (Viracopos – Campinas, SP). Dados

da rede convencional do INMET estão disponíveis por períodos intermitentes, e dados de estações meteorológicas de superfície automáticas (EMS-A) do INMET estão disponíveis desde junho de 2016.

Os dados são apresentados em formato tabular e observações sobre o vento incluem *DIR*, *V* e *G* (m/s), cada um é acompanhado de sinalizadores de qualidade que indicam se o dado é suspeito ou não. A origem de cada observação também é informada (isto é, SYNOP, METAR, SPECI ou uma combinação de SYNOP e METAR denominada “MIX”). Dados indicados como “BRA” são provenientes do ICEA, que transferiu informações de alguns aeródromos para anos anteriores a 1973. De setembro de 1999 em diante, as observações são acompanhadas dos registros originais no campo de “anotações”. Em dados mistos SYNOP/METAR (“MIX”), os dados de vento são normalmente retirados de boletins SYNOP. A Figura 4.11 mostra o número de observações, por ano, e suas origens para o SBBE – Belém, PA, sendo o período de 1973 em diante representativo do que acontece em outros 28 aeródromos brasileiros.

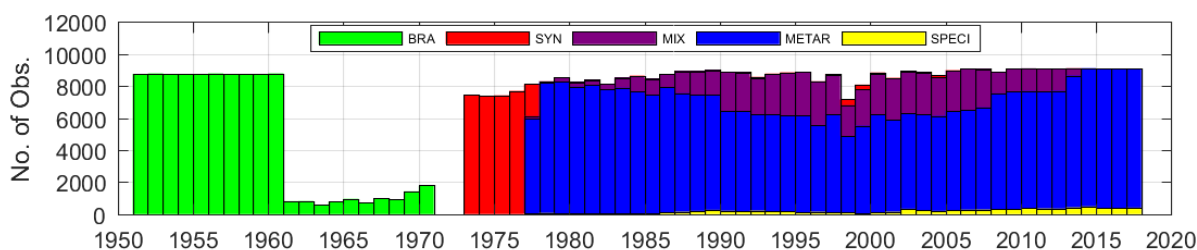


Figura 4.11 – Composição de observações meteorológicas no SBBE como disponibilizado pelo NCEI.

Dentro da estrutura do NCEI, estações são identificadas pelo nome e pelo número registrado pela WMO (*World Meteorological Organization*). Antes de baixar do website os dados para qualquer estação, ambos os identificadores devem ser verificados em uma fonte oficial ou independente de informação como, por exemplo, WMO OSCAR¹⁴. Analisando os dados da plataforma, encontrou-se que o NCEI misturou dados de estações convencionais do INMET com dados de estações meteorológicas em aeródromos para pelo menos 36 estações. É o caso de SBCO – Base Aérea de Canos, RS, situada ao norte de Porto Alegre, RS, que foi equivocadamente denominada pela NCEI com o número WMO 83967. Este número é, na realidade, referente a uma estação convencional do INMET localizada nas docas do porto de

¹⁴ <http://oscar.wmo.int/surface/index.html>

Porto Alegre, aproximadamente a 10 km a sudoeste de SBCO (Figura 4.12). Deve-se omitir de qualquer análise dados oriundos de boletins SYNOP para qualquer estação incorretamente identificada (número WMO) pelo NCEI.



Figura 4.12 – Localização das EMS na região de Porto Alegre.

Um problema específico do banco de dados do NCEI é a identificação incorreta da unidade de medida da velocidade do vento, e portanto incorreta magnitude, quando o campo de condições do vento em um boletim METAR/SPECI não está corretamente definido. No caso de falta de indicação da unidade de medida, “KT”, ou um espaço em branco entre o valor da medida e a unidade “KT”, o NCEI considera que a unidade é m/s, efetivamente duplicando o valor da observação feita em nó. Um exemplo deste tipo de problema é mostrado na Tabela 4.3.

4.1.3.2 Wolfram

Wolfram Mathematica e *WolframAlpha*¹⁵ oferecem dados meteorológicos históricos como parte de seus serviços, que são integrados com processamento de dados e algoritmos de análise estatística. O banco de dados histórico é essencialmente uma cópia do NCEI e está sujeito aos mesmos problemas. Dados oriundos do *Wolfram* foram utilizados no trabalho de Beck e Corrêa (2013) sobre ventos extremos no Brasil.

¹⁵ <http://www.wolframalpha.com/>

4.1.3.3 *Weather Underground*

WU disponibiliza previsões do tempo e dados meteorológicos históricos no seu website¹¹. Para muitos países há boletins disponíveis por EMS desde julho de 1996. Parâmetros de observação do vento *DIR*, *V* e *G* (km/h) podem ser extraídos acompanhados de boletins METAR/SPECI e SYNOP originais. Em alguns casos, boletins METAR e SYNOP estão disponíveis para o mesmo período. A fonte original dos dados disponibilizados é desconhecida, no entanto, devido à presença de texto em espanhol em alguns boletins, por exemplo, “MENSAJE REPARADO” (mensagem reparada) ou “MENSAJE RECHAZADO” (mensagem rejeitada), pode se concluir que a fonte não é brasileira. Ressalta-se que nenhum boletim meteorológico de estações brasileiras com texto em espanhol foi encontrado na base de dados WU a partir de 2004.

4.1.3.4 *CPTEC-INPE*

O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) gerencia o seu próprio banco de dados (Banco de Dados Meteorológicos – BDM) que fica disponível no website¹⁶. Há bancos de dados separados para dados SYNOP e METAR, com estações identificadas por seus números OMM e OACI, respectivamente. Dados históricos estão disponíveis para muitas estações internacionais, não limitados ao território brasileiro. Dados METAR estão disponíveis desde 1999 e dados SYNOP desde 1995, embora sejam esparsos antes de 2003. Os dados são apresentados em formato tabular e são extraídos de boletim de observação meteorológica originais, sem incluí-los. Dados de vento incluem *DIR* e *V* (m/s), mas não *G*. Dados provenientes de boletins SPECI não foram incluídos neste banco de dados. De Almeida (2010) utilizou dados SYNOP do banco de dados CPTEC-INPE para avaliar ventos extremos no Brasil.

4.2 EMS-A DO INMET

Dados meteorológicos obtidos em EMS-A do INMET podem ser acessados através do seu *website*, dos bancos de dados regionais dos DISMEs, do banco de dados nacional SADMET e do NCEI. O INMET também possui um banco de dados meteorológicos restrito do qual o público é proibido de receber os dados. Com exceção dos dados disponíveis do NCEI, as limitações de cada fonte são aqui discutidas.

¹⁶ <http://bancodedados.cptec.inpe.br/downloadBDM/>

Um problema presente em todos conjuntos de dados é a inesperada repetição do mesmo valor de G para observações consecutivas. A repetição ficou evidente através de inspeções das séries temporais e podem ser ocasionadas por problemas de programação no software de aquisição de dados. Foi realizada uma análise estatística, que pode ser considerada representativa de todas as EMS-A, para dados adquiridos em A701 – São Paulo, SP, que destaca a anomalia. Um total de 90.777 observações com $V > 0$ m/s e 96.756 observações com $G > 0$ m/s foram obtidos para o período entre junho de 2006 e dezembro de 2017. $G = 0$ m/s foi aproximadamente 2,2% desse período. Durante este período, a mesma observação de V foi registrada para observações consecutivas 4.789 vezes, e 9.755 vezes na série temporal de G , isto é, 5,3% e 10,1% do período, respectivamente. Este valor é mais alto do que o esperado para G considerando que ambos os parâmetros são registrados com a mesma precisão, isto é, uma casa decimal, e os desvios padrão são 1,13 m/s para V e 2,44 m/s para G .

Histogramas das diferenças entre observações horárias consecutivas, para V e G , são mostrados na Figura 4.13 para faixa de valores entre -4,0 e 4,0 m/s com incrementos de 0,1 m/s. A frequência de diferenças de 0 m/s entre observações horárias consecutivas de G é aproximadamente 2,5 vezes maior do que a distribuição sugere que deveria ser. Esta anomalia não se repete para séries temporais de V .

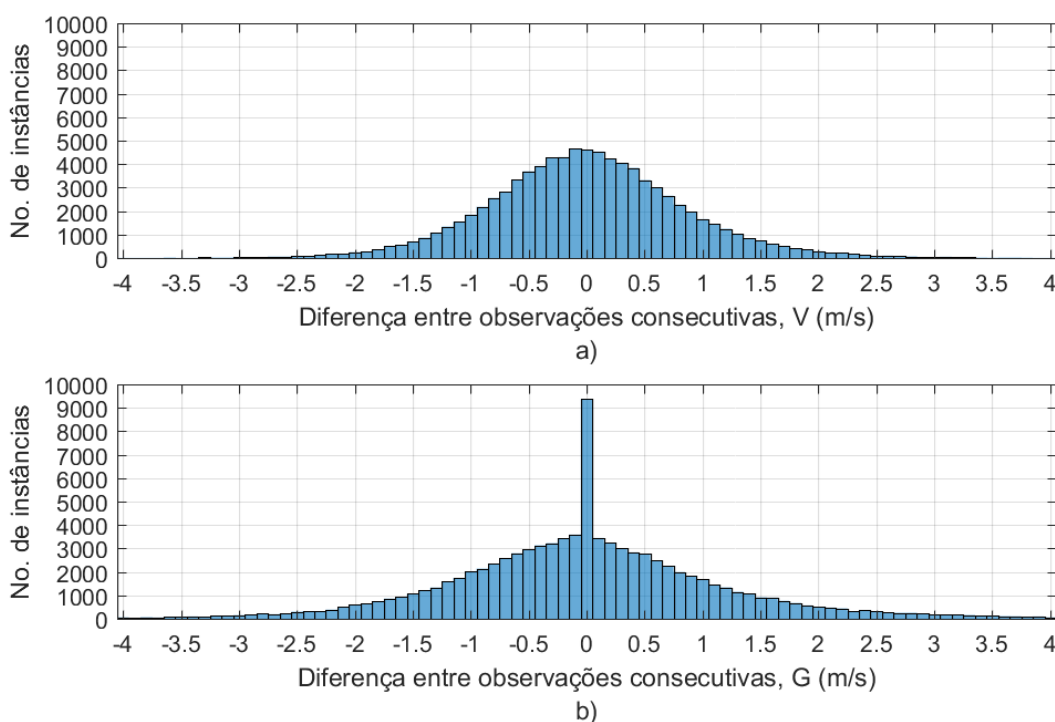


Figura 4.13 – Histogramas de diferenciais horários consecutivos para a) V e b) G em A701 – São Paulo, SP.

4.2.1 Website do INMET

Na sua concepção original, os dados estão disponíveis para acesso no website do INMET¹⁷ desde o começo da operação de cada EMS-A. Porém, a partir de em algum momento entre 2010 e 2011, acesso estava limitada aos 90 dias anteriores. De 2017 em diante, os dados no *website* estão disponíveis para os 365 dias anteriores. O *website* também detalhe alguns metadados importantes, incluindo altitude acima do nível do mar, coordenadas de latitude e longitude e, em alguns casos, fotografias da EMS-A instalada. Para este estudo, os dados foram baixados do *website* continuamente ao longo dos anos, seja mensal ou trimestralmente. Infelizmente alguns períodos estavam com dados corrompidos nos servidores locais e dados suplementares foram necessários. O período mais longo afetado foi 2010-2011 para todas as estações.

A extensão da aplicação de filtros na aquisição de dados em casa EMS-A é desconhecido. Considerando que a SADMET filtra valores extremos, como explicado na próxima seção, é possível que um processo similar seja também aplicado na aquisição de dados. A extensão à qual o INMET remove dados do *website* depois de suas aquisições é relatada na Seção 4.2.4 *Banco de Dados Restrito do INMET*. Um desses casos em que dados foram removidos depois de sua observação é documentado aqui. Às 17:25 UTC de 18/12/2018, a conta do Twitter de Atmosfera Meteorologia Ltda. (ATMET, usuário @atmet) publicou um *tweet* documentando a observação de uma rajada de 150,1 km/h (41,7 m/s) na EMS-A do INMET em Vacaria, RS, como apresentado na Figura 4.14. A informação estava acompanhada de uma imagem de satélite de vapor d'água realçado de GOES-16, o que mostra o que aparenta ser uma atividade convectiva severa sobre a região ao norte do Rio Grande do Sul, onde Vacaria está localizada.

Dados meteorológicos foram acessados no website do INMET logo após 18:12 UTC que confirmaram a rajada com magnitude de 41,7 m/s registrada entre 16:00 e 17:00 UTC (entre 14:00 e 15:00 no horário local). Os dados, apresentados na Figura 4.15, também indicam uma queda de aproximadamente 10°C na temperatura durante a hora da rajada extrema, consistente com um evento de *downburst*. Entretanto, quando os mesmos dados foram acessados novamente em 02/01/2019, aproximadamente duas semanas depois, a observação dos 41,7 m/s não estava presente e substituída por um identificador de ausência de leitura “////”. Uma comparação dos dois conjuntos de dados é apresentada na Figura 4.15. Essa prática

¹⁷ <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>

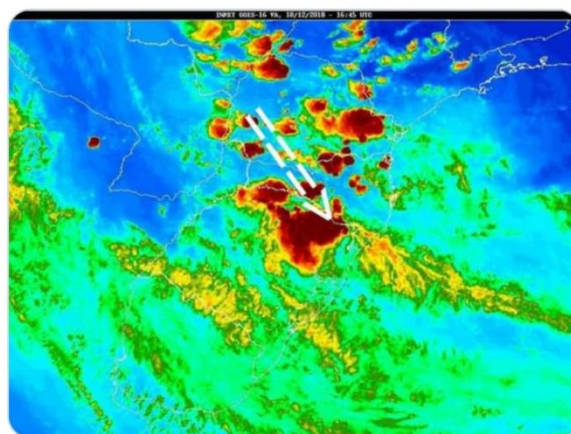
lança dúvidas sobre a precisão e confiabilidade da rede INMET, particularmente no tocante à observação de ventos extremos.



Impressionante! Rajada de vento de 150.1 km/h em Vacaria (RS)

Registro feito pela estação meteorológica do INMET, entre 14:00 horas e 15:00 horas.

Imagem ilustrativa: GOES-16 (canal vapor d'água realçado). Fonte: INMET.



3:25 PM · 18 de dez de 2018 · Twitter for Android

Figura 4.14 – *Tweet* publicado pela ATMET documentando a observação de uma rajada de vento extremo em A880 – Vacaria, RS, em 18/12/2018 (disponibilizado por G.J.Z. Núñez).

Observações meteorológicas horárias são em sua maioria enviada para o *website* instantaneamente via satélite. O usuário do website é alertado que nenhum controle de qualidade foi realizado nos dados brutos disponibilizados. Em alguns casos o envio de dados observados da EMS-A para o website atrasa, às vezes mais de um mês depois do registro. Existem ainda casos em que os dados de observação foram modificados ao longo do tempo.

Para a EMS-A A335 em Arapiraca, AL, dados referentes ao mesmo de março de 2018 foram acessados em duas ocasiões, 01/04/2018 e 08/06/2018. Comparando os dois boletins observa-se divergência em todos os parâmetros meteorológicos de 03/03/2018 21:00 UTC até o final do mês. Tanto o boletim mais antigo quanto o mais novo foram submetidos a verificação cruzada de dados com dados de outras estações em busca de uma explicação, mas não foram encontradas coincidências de dados. Não é possível determinar qual conjunto de dados é o que representa as medições meteorológicas reais, entretanto, a preferência foi dada para os dados obtidos na data mais recente.

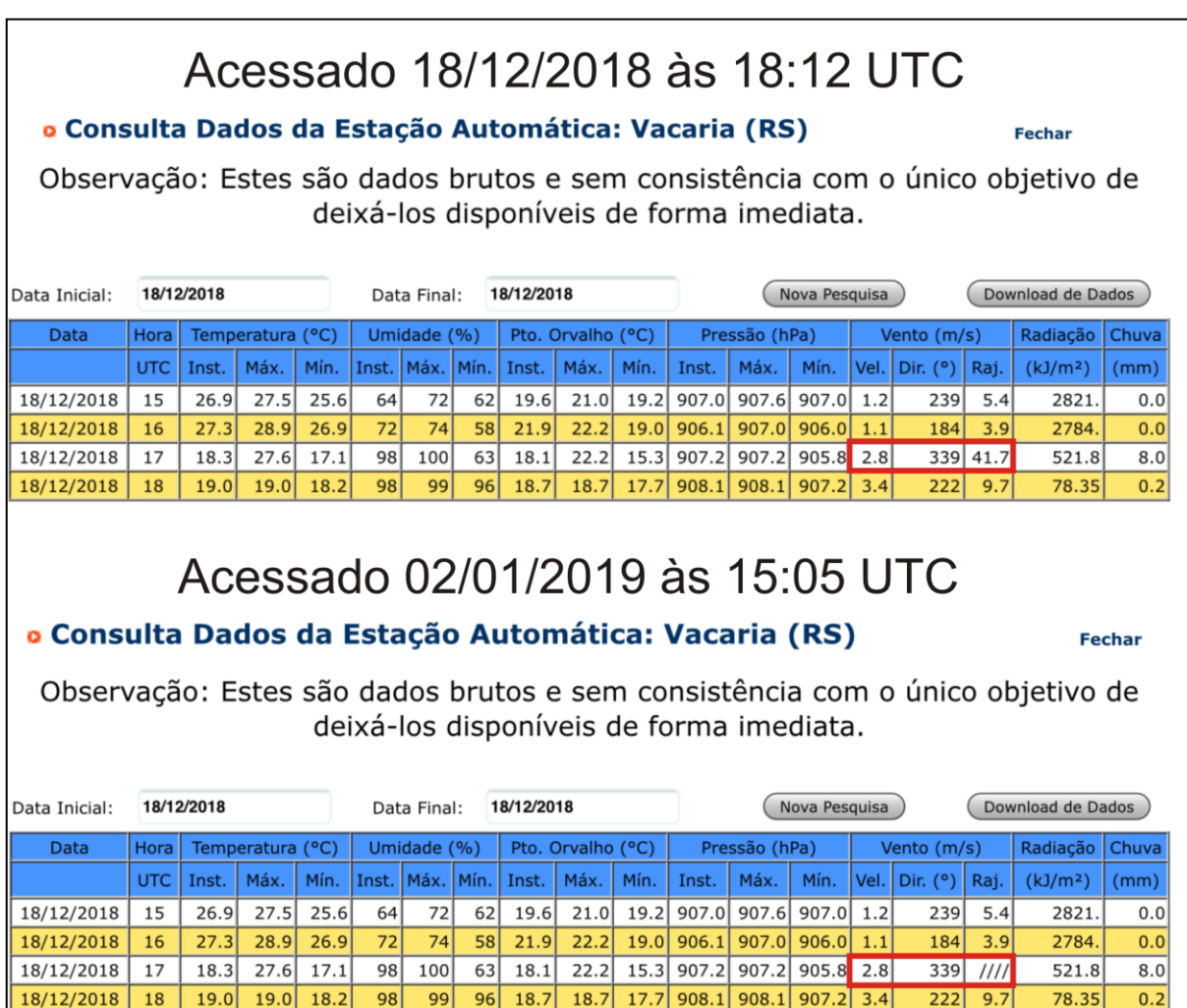


Figura 4.15 – Conjunto de dados acessados no *website*¹⁸ para A880 – Vacaria, RS em 18/12/2018.

4.2.2 SADMET

A Seção de Armazenamento de Dados Meteorológicos (SADMET) é responsável por gerenciar o acesso de usuários ao banco de dados nacional do INMET. Dados meteorológicos horários históricos para todas as EMS-A foram requisitados em julho de 2017. Os dados foram enviados em CDs para cada estação desde a data de início da operação até 31/03/2017. O seguinte aviso foi recebido juntamente com os dados: “Os dados das estações automáticas são brutos e ainda não passaram por um processo de consistência (validação)”.

A comparação de dados da SADMET com os do website DISME revelou o sistema de filtragem de valores extremos de *V* e *G* nos dados da SADMET. Dados provenientes dos

¹⁸ http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTg4MA==

DISMEs são usados para o período entre 01/01/2010 e 31/12/2011 para o qual estavam faltando dados do *website*. A abrangência do processo de filtragem é desconhecida, porém é suficiente para determinar que o banco de dados SADMET é inadequada para ser usada como fonte única em um trabalho de análise de ventos extremos. O motivo para o uso do filtro é provavelmente a grande quantidade de dados espúrios registrados nas EMS-A do INMET. O algoritmo de verificação de erros grosseiros da SADMET, provavelmente um simples filtro de limite, não é suficientemente sofisticado para separar eventos reais de ventos extremos de dados suspeitos.

O caso mais extremo do uso do filtro foi observado para A845 – Morro da Igreja, SC. A estação está localizada a uma altitude de 1.790 m, a segunda maior altura de instalação de EMS-A. A636 – Parque Nacional Itatiaia, RJ, foi instalada a uma altitude de 2.450 m em setembro de 2017, esta estação frequentemente registra ventos extremos causados por jatos de baixos níveis. Séries temporais de dados de V e G para A845 obtidas pelo *website*/DISME e no banco de dados SADMET são apresentados na Figura 4.16. Nesta figura fica evidente a aplicação de um filtro passa-baixas nos dados SADMET de 2007 até 2011.

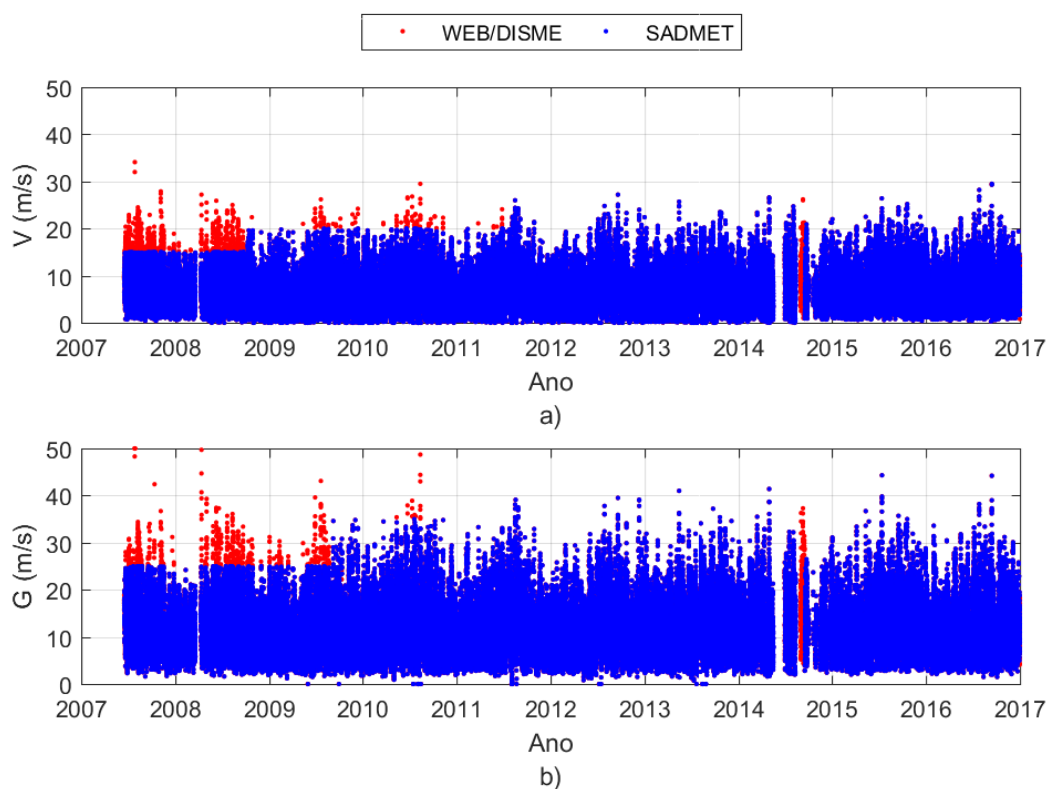


Figura 4.16 – WEB/DISME x SADMET conjunto de dados para a) V e b) G séries de tempo na A845 – Morro da Igreja, SC.

Uma breve investigação foi feita para encontrar notícias na internet que provassem a ocorrência de eventos de ventos extremos que foram encontrados nos dados do website DISME mas não foram encontrados nos dados SADMET. O resultado desta investigação é mostrado na Tabela 4.4 para 10 exemplos espalhados pelo Brasil. Para cada um dos casos listados, uma notícia jornalística que descreve o evento é indicada. Fotografias de alguns desses casos são mostradas na Figura 4.17. Valores máximos de rajada para todos estes casos foram superiores a 25 m/s, sendo o maior 41,7 m/s para o evento registrado por A714 – Itapeva, SP. O efeito do filtro passa-baixas de 25 m/s para filtrar eventos de ventos extremos reais é extremamente indesejável para estudos climáticos. Como *websites* de notícias frequentemente removem ou arquivam reportagens antigas, os eventos de vento extremo da Tabela 4.4, Tabela 4.5 e Tabela 4.7 foram exportados para PDF e disponibilizados em www.windytips.com.

Em uma tentativa de retificar a situação, fez-se contato com SADMET/INMET para informar sobre os dados faltantes e enviar exemplos documentados. Como descrito anteriormente, situação similar ocorreu com o relatório PSEC-46 do ICEA, e dados não filtrados foram enviados pelo ICEA assim que foi comunicada a importância dos mesmos. No entanto, ao contrário do ICEA, o INMET ignorou os pedidos de dados não filtrados, justificando que os dados não passaram pelas verificações de erros grosseiros e, portanto, não poderiam ser disponibilizadas para o público. Sendo assim, conclui-se que os dados do banco de dados SADMET são inadequados para estudos que envolvem parâmetros extremos.



Figura 4.17 – Fotografias dos danos causados pelos eventos listados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Comparação das observações do INMET WEB e SADMET feitas durante eventos de ventos extremos documentados.

ID do INMET	ID da OMM	Cidade	Data, Hora (UTC)	DIR (°)/V (m/s)/G (m/s)		Documentado por
				WEB	SADMET	
A001	86715	Brasília, DF	01/10/2014, 18	186/6.1/ 26.4	186/6.1/NULL	G1 Globo ¹⁹
A104	81965	Rio Branco, AC	13/09/2012, 20	198/2.6/ 27.7	198/2.6/NULL	A Gazeta do Acre ²⁰
A117	81770	Coari, AM	25/10/2012, 21	147/0.1/ 33.9	147/0.1/NULL	Amazonas Em Destaque ²¹
F501	86799	BH - Cercadinho, MG	23/11/2015, 23	190/14.8/ 32.7	190/14.8/NULL	G1 Globo ²²
A510	86824	Viçosa, MG	27/01/2015, 19	141/0.6/ 26.4	141/0.6/NULL	G1 Globo ²³
A515	86848	Varginha, MG	28/08/2014, 19	74/2.8/ 25.8	74/2.8/NULL	G1 Globo ²⁴
A527	86762	Teófilo Otoni, MG	14/11/2015, 20	354/2.5/ 27.7	NULL/2.5/NULL	Aconteceu No Vale ²⁵
A714	86905	Itapeva, SP	27/11/2012, 21	140/5.3/ 41.7	140/5.3/NULL	G1 Globo ²⁶
A882	86987	Teutônia, RS	05/03/2015, 18	325/10.7/ 27.2	325/10.7/NULL	Tempo Em Teutônia ²⁷
A906	81979	Guarantã do Norte, MT	19/09/2014, 00	342/0.8/ 25.5	342/0.8/NULL	Colider News ²⁸ ; Alta Notícias ²⁹

Comparando dados da SADMET e o banco de dados do *website*, evidenciou-se uma inconsistência para as estações A726 e A727. Todas as observações meteorológicas horárias no banco de dados SADMET aparentam terem sido trocadas da estação A726 para A727, e vice-versa, da data de início da operação de cada estação até 16:00 UTC do dia 14/03/2007, um período de aproximadamente 6 meses. Os valores médios mensais de *V* foram calculados para os dois conjuntos de dados para toda a vida útil de ambas as estações, e mostraram que os dados da internet para o período até 14/03/2007 são consistentes com os dados adquiridos nos anos posteriores.

¹⁹ <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2014/10/mau-tempo-fecha-aeroporto-de-brasilia-e-desvia-voos-para-go-e-mg.html>

²⁰ <http://agazetadoacre.com/familia-pede-ajuda-para-reconstruir-casa-destruida-no-ultimo-vendaval/>

²¹ <http://amazonasemdestaque.wordpress.com/2012/10/26/forte-tempestade-causa-danos-em-coari/>

²² <http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2015/11/chuva-forte-atinge-regioes-de-belo-horizonte.html>

²³ <http://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2015/01/corpo-de-bombeiros-atende-ocorrencias-apos-chuva-em-vicosa.html>

²⁴ <http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2014/08/ventos-chegaram-93-kmhora-durante-chuva-em-varginha-mg.html>

²⁵ <http://aconteceunovale.com.br/portal/?p=72959>

²⁶ <http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2012/11/temporal-provoca-queda-de-arvores-e-estragos-em-itapeva-sp.html>

²⁷ <http://www.tempoemteutonia.com.br/noticias/teutonia-registra-vento-de-quase-120-kmh-neste-domingo/>

²⁸ <http://www.colidernews.net/site/index.php?criedescribe=noticia&id=18296#.WxrDazNKj78>

²⁹ <http://www.altanoticias.com/2014/09/vendaval-deixa-um-rastro-de-destruicao.html>

4.2.3 DISME

Devido aos problemas encontrados para o banco de dados SADMET, dados do período 01/01/2010 a 31/12/2011 foram solicitados para cada uma das 10 DISMEs. As respostas obtidas foram variadas: dados completos para o período foram recebidos digitalmente para 2°, 3°, 7° e 8° DISMEs; 1° e 4° DISMEs informaram que nenhum dado para o período estava disponível; 5° e 9° DISMEs informaram que os dados poderiam ser acessados diretamente no site da SADMET – caminho já explorado; e nenhuma resposta foi recebida dos 6° e 10° DISMEs.

Verificações pontuais foram realizadas nos dados enviados pelas DISMEs para avaliar se filtros similares aos utilizados pela SADMET foram aplicados. Várias observações de valores elevados de *G* foram encontradas nos dados das DISMEs que não estavam nos dados da SADMET como pode ser visto na Tabela 4.5 que apresenta exemplos para cada um dos quatro DISME que enviaram dados. Conclui-se que os filtros aplicados nos dados da SADMET não foram aplicados nos dados das DISMEs.

Tabela 4.5 – Comparação das observações do INMET DISME e SADMET.

ID do INMET	ID da OMM	Cidade	Data, Hora (UTC)	DIR (°)/V (m/s)/G (m/s)		Documentado por
				DISME	SADMET	
A233	81982	Santana do Araguaia, PA	01/02/2011, 22	180/3.9/ 25.4	NULL/3.9/ NULL	-
A335	81794	Piripiri, PI	13/11/2010, 16	236/2.1/ 27.7	NULL/2.1/ NULL	-
A701	86910	São Paulo, SP	21/02/2011, 18	63/3.4/ 26.6	63/3.4/NULL	UOL Notícias ³⁰
A807	86933	Curitiba, PR	01/04/2011, 21	66/1.6/ 25.2	66/1.6/NULL	Gazeta do Povo ³¹

4.2.4 Banco de Dados Restrito do INMET

Dados do banco de dados restrito do INMET foram recebidos por canais extraoficiais próximo da conclusão deste estudo. Esse é o banco de dados que o INMET se recusa a disponibilizar, apesar do fornecimento de evidência mostrando as deficiências dos dados SADMET. Este estudo foi reinicializado para incorporar os novos dados devido a sua crucial importância na determinação do modelo climático de ventos extremos do Brasil.

³⁰ <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/02/22/sp-ainda-tem-63-semaforos-com-problemas-e-51-arvores-caidas.htm>

³¹ <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/chuva-forte-provoca-quedas-de-arvores-e-destelhamentos-em-curitiba-e-rmc-3te1sgpn3azovghdww47r351q>

Todos os eventos identificados como faltantes do banco de dados SADMET na Tabela 4.4 e Tabela 4.5 estão presentes no banco de dados restrito. A rajada de 41,7 m/s observada em Vacaria e documentada na Figura 4.14 e Figura 4.15 também está presente. Uma comparação dos conjuntos de dados revelou centenas de observações de rajada, tanto reais como suspeitas, ausentes nas fontes da WEB e SADMET. As rajadas faltantes não presentes nos conjuntos de dados da WEB e SADMET parecem aderir a um de dois padrões:

1. Longos períodos de dados (variando de horas a dias) ausentes das fontes WEB e SADMET; ou
2. Remoção pontual de rajadas acima de 25 m/s.

É desconhecido porquê longos períodos de dados estariam faltando nos conjuntos de dados WEB ou SADMET, mas a remoção de rajadas acima de 25 m/s, que segue a mesma prática de filtragem documentada em 4.2.2 *SADMET*, provavelmente é resultado de um desejo de anular dados espúrios. Infelizmente, tal prática descarta dados de eventos reais juntamente com dados de fato espúrios. Rajadas pico apenas encontradas no banco de dados restrito foram submetidas aos algoritmos de qualificação e classificação como definido na Seção 6.5 *Identificação de eventos de ventos extremos sinóticos, não-sinóticos e suspeitos*. Dos 290 eventos qualificados, ou seja, rajadas pico não classificadas como suspeitas, 172 eram rajadas pico superiores a 25 m/s. O histograma da Figura 4.18 mostra que aproximadamente 40% dos eventos não presentes na WEB ou SADMET, mas presentes no banco de dados restrito do INMET, caem no intervalo de 25-28 m/s.

A localização e a frequência de rajadas pico não disponíveis nos conjuntos de dados WEB e SADMET são mapeadas na Figura 4.19. A estação com o maior número de eventos apenas disponíveis através do banco de dados restrito do INMET é A529 – Passa Quatro, MG, com 7 eventos acima de 25 m/s. As seguintes estações têm, cada, 4 eventos com rajadas pico acima de 25 m/s que estão disponíveis apenas no banco restrito: A934 – Alto Taquari, MT, A908 – Água Boa, MT, A907 – Rondonópolis, MT, e A747 – Pradópolis, SP. A distribuição dos eventos pelos 10 DISMEs é apresentada na Tabela 4.6, revelando que o 5º, 7º e 9º DISMEs são os mais afetados. Dos 290 eventos, 215 foram identificados como eventos não-sinóticos, e 75 como eventos sinóticos (74% e 26%, respectivamente). Dos 172 eventos com rajadas pico superiores a 25 m/s, 163 (95%) foram identificados como eventos não-sinóticos, e 9 (5%) como eventos sinóticos.

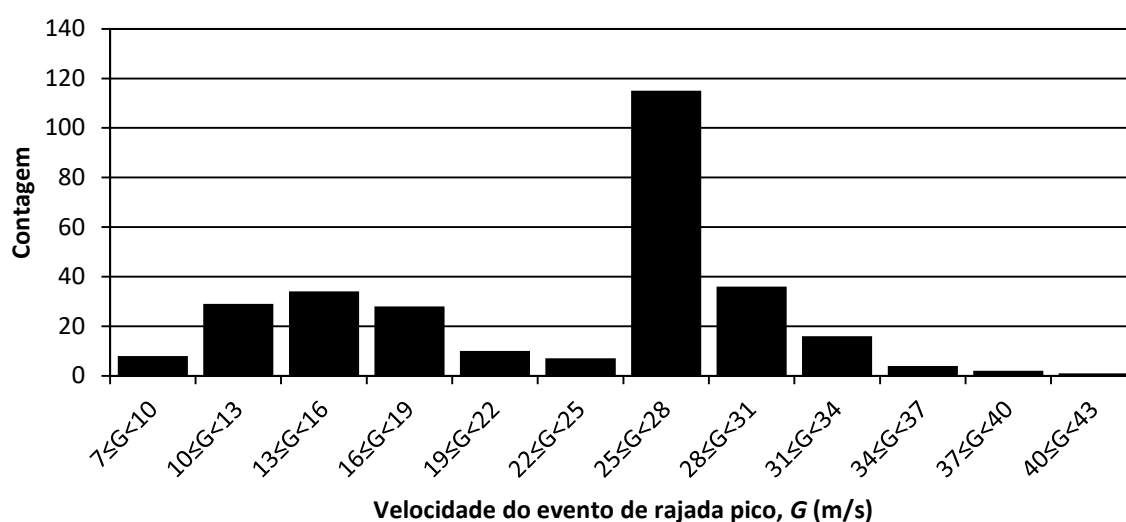


Figura 4.18 – Número de rajadas pico qualificadas, por intervalo de velocidade de rajada, encontrados apenas no banco de dados de acesso restrito do INMET.

Tabela 4.6 – Número de rajadas pico extremas qualificadas, por DISME, que são encontradas apenas na base de dados restrita do INMET.

DISME	Número de rajadas extremas	
	Todas velocidades	> 25 m/s
1°	3	0
2°	12	5
3°	20	7
4°	23	8
5°	62	46
6°	18	1
7°	52	44
8°	38	11
9°	37	33
10°	25	17
Total	290	172

A728 – Taubaté, SP, é uma das estações afetadas pela edição de eventos de vento extremo dos conjuntos de dados WEB e SADMET. Também é uma estação particularmente única devido a sua localização dentro da Base Aérea SBTA – Taubaté. Estima-se que o anemômetro primário de SBTA está localizado a 500 m de A728. Três exemplos de eventos de vento extremo com rajadas pico superiores a 25 m/s foram editadas da base de dados WEB para A728, como mostrado na Tabela 4.7. As rajadas pico conforme reportadas pela SBTA também são apresentadas na Tabela 4.7, confirmando a ocorrência de eventos de vento extremo. O evento em 27/10/2017 também é documentado por agências de notícias com fotos dos danos a helicópteros e edifícios, mostrado na Figura 4.20.

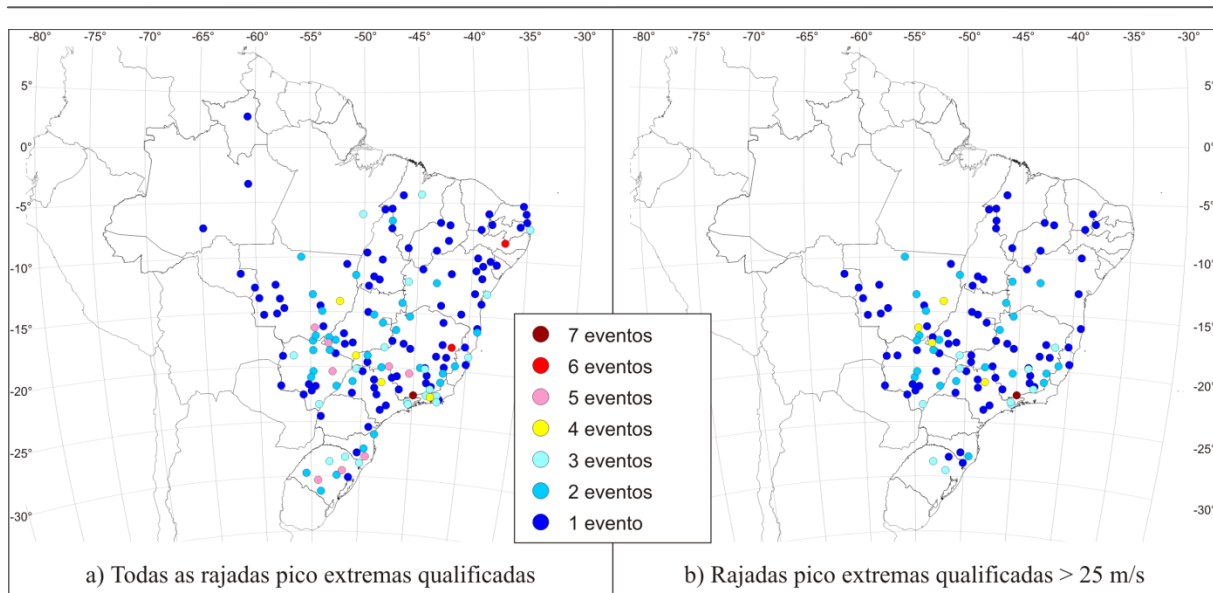


Figura 4.19 – Número de rajadas pico extremas qualificadas encontradas apenas no banco de dados de acesso restrito do INMET por estação.

Tabela 4.7 – Uma comparação de conjuntos de dados relatando três eventos de vento extremo em Taubaté, SP.

Rajada pico em A728 <i>DIR (°)/V (m/s)/G (m/s)</i>				Rajada pico em SBTA <i>DIR (°)/V (m/s)/G (m/s)</i>		Documentado por
Data, Hora (UTC)	WEB	SADMET	INMET RESTRITO	Data, Hora (UTC)	REDEMET	
19/12/2016, 18:00	84/1/NULL	84/1/NULL	84/1/25.1	19/12/2016, 17:28	50/11.3/28.3	-
10/10/2017, 20:00	157/13.0/NULL	-	157/13.0/28.1	10/10/2017, 20:02	160/14.4/30.4	-
27/10/2017, 20:00	199/12.6/NULL	-	199/12.6/37.6	27/10/2017, 20:03	40/18.0/30.4	O Vale ³²



Figura 4.20 – Foto dos danos causados por fortes rajadas na Base Aérea SBTA – Taubaté, SP, em 27/10/2017 (fonte: O Vale).

³²https://www.ovale.com.br/ conteudo/2017/10/nossa_regiao/21939-chuva-de-granizo-em-taubate-causa-prejuizo-no-cavex.html