

BOLETIM AGROCLIMÁTICO – ABRIL/2020

Gilmar Ribeiro Nachtigall¹ & Fernando José Hawerth²

A partir dos dados das estações meteorológicas localizadas em Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, no período de setembro de 2019 a março de 2020, na região dos Campos de Cima da Serra do RS, verificou-se uma similaridade nas temperaturas máximas e mínimas nos quatro municípios. O período de floração na safra 2019/20 caracterizou-se por apresentar baixas temperaturas máximas (média de 21,8°C) no início e elevadas temperaturas máximas (média de 29,0°C) no final (Figura 1). Outro fato que mereceu destaque foram as temperaturas máximas do mês de março de 2020, que superaram as observadas nos últimos sete anos (Figura 2). As médias das temperaturas máximas do mês foram aproximadamente 3,0°C mais altas do que a média histórica para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Caxias do Sul e Lagoa Vermelha. Já a média das temperaturas mínimas deste mês foram similares a média histórica destes municípios.

A umidade relativa mínima do ar na região, no período de 15 setembro a 15 de outubro 2019 (Figura 3) apresentou diferença significativa em relação aos valores do mesmo período em 2017 e 2018, com um período de alta umidade relativa no início da floração e um longo período de baixa umidade relativa na fase final da floração. No ano de 2019, no período de floração da macieira, a média da umidade relativa mínima do ar foi de 71%, enquanto que no mesmo período para os anos de 2017 e 2018, a média da umidade relativa mínima do ar foi de 56% e 69%, respectivamente.

Os valores em Graus-dia acumulados mensalmente para os referidos municípios, considerando as temperaturas bases de 4,5, 10°C e 14°C, no período de 01 de agosto de 2019 a 31 de março de 2020, segundo equações propostas por Villa Nova et al. (1972), foram similares aos observados nas safras de 2017/18 e 2018/19 (Tabelas 1 e 2). Ao final do mês de março de 2020 foram contabilizados, em média, 3.172 Graus-dia para a temperatura base de 4,5 °C, 2.016 Graus-dia para a temperatura base de 10 °C e 1.226 Graus-dia para a temperatura base de 14 °C. Considerando os locais avaliados no período de 01 de setembro de 2019 a 31 de março de 2020, os valores de Graus-dia acumulados foram maiores em Lagoa Vermelha, seguidos por Caxias do Sul, Vacaria e Bom Jesus, considerando as temperaturas bases de 4,5; 10; e 14°C.

¹ Pesq. Nutrição de Plantas - Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado - Embrapa Uva e Vinho - gilmar.nachtigall@embrapa.br.

² Pesq. Fitotecnia - Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado - Embrapa Uva e Vinho - fernando.hawerth@embrapa.br

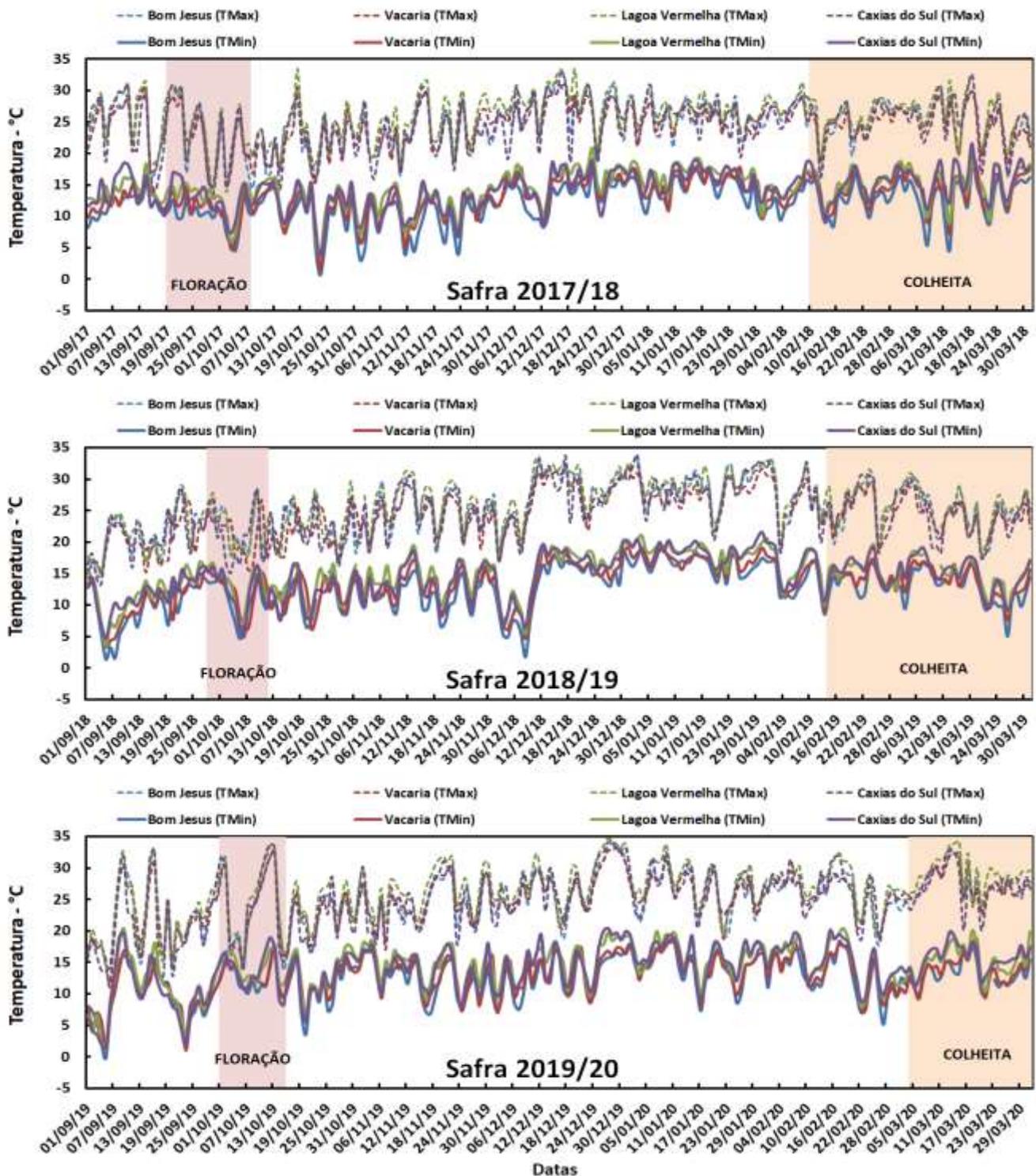


Figura 1. Temperaturas médias, mínimas e máximas diárias entre os dias 01 de setembro e 31 de março, nas safras de 2017/18, 2018/19 e 2019/20, nos municípios de Caxias do Sul, Lagoa Vermelha, Vacaria e Bom Jesus, RS (fenologia considerando as áreas experimentais da Embrapa Uva e Vinho localizada em Vacaria, RS). Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

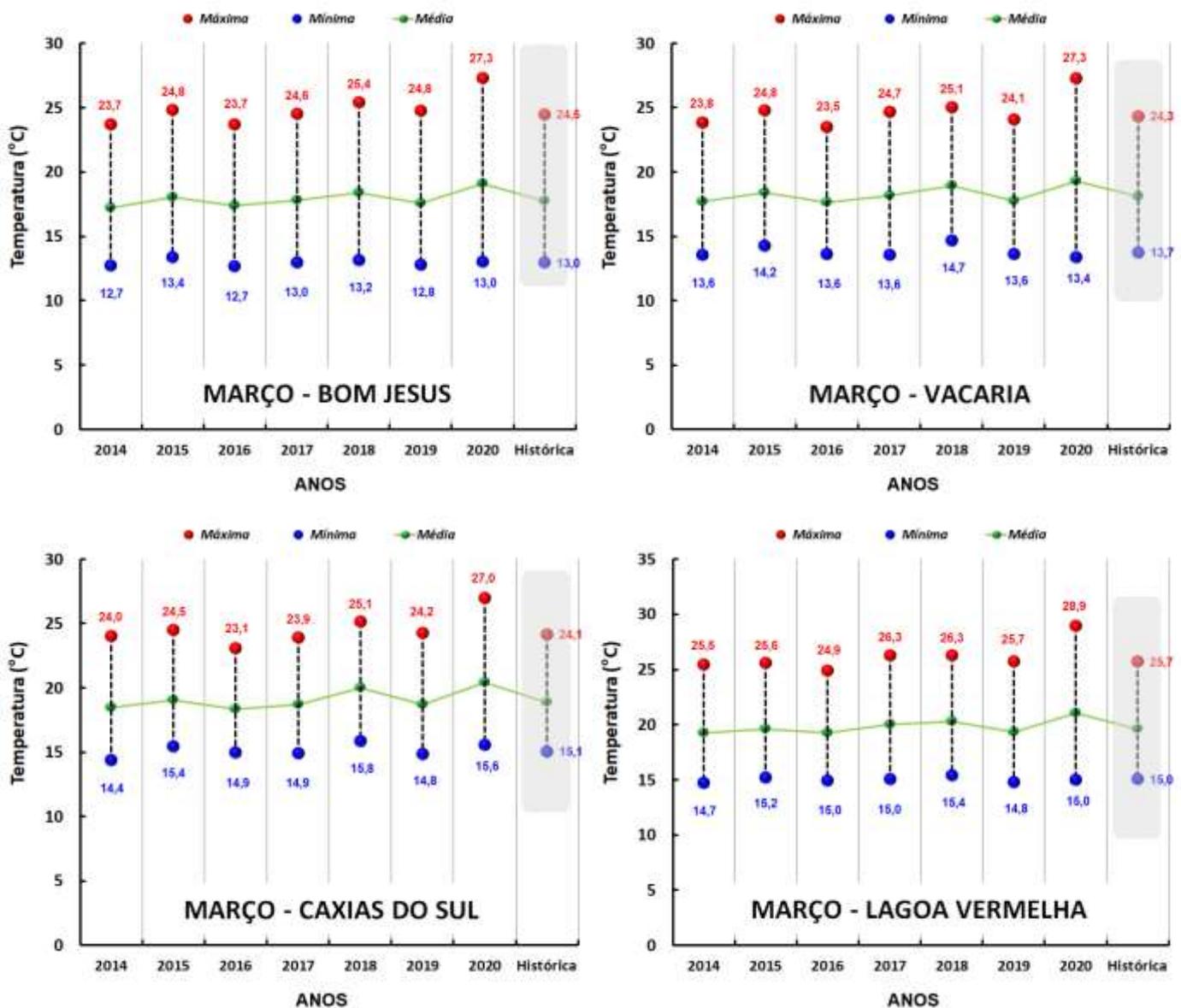


Figura 2. Temperaturas máximas, mínimas e médias do mês de março entre os anos de 2014 a 2020 e médias históricas observadas nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, Caxias do Sul e Lagoa Vermelha, RS. Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

A soma térmica contabilizada na região, no período de 01 de agosto de 2019 a 31 de março de 2020 em GDH °C, segundo modelo proposto por Richardson et al. (1975) foi, em média, de 56.244 unidades, valor similar aos observados nas safras de 2017/18 e 2018/19 (Tabelas 1 e 2). O valor médio mensal da soma térmica contabilizada nos municípios avaliados, no período de 01 de agosto de 2019 a 31 de março de 2020 em GDH °C, foi de 7.725 unidades, com amplitude variando entre 5.554 e 8.862 unidades.

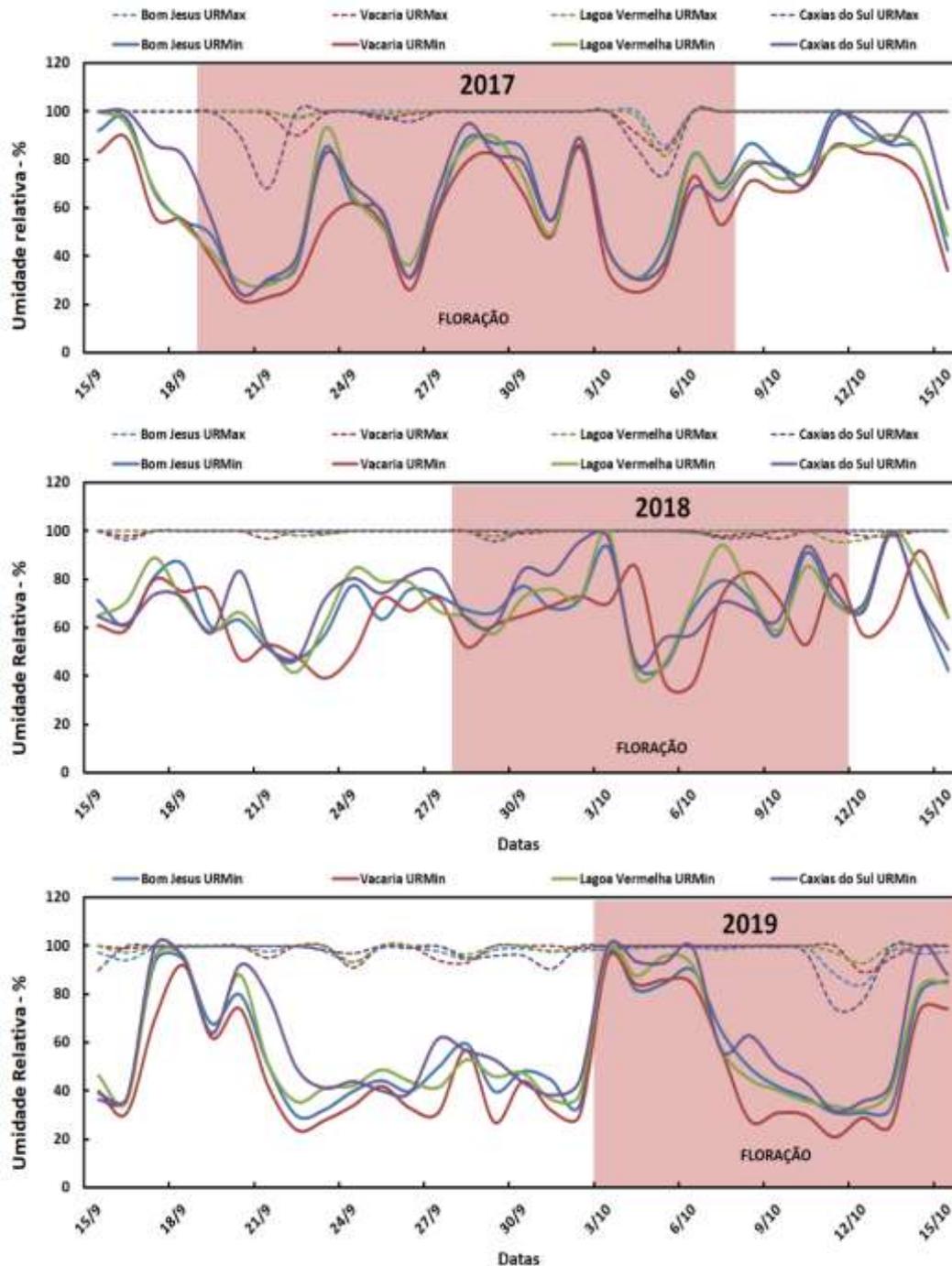


Figura 3. Umidades relativas do ar mínimas e máximas diárias entre os dias 15 de setembro e 15 de outubro, nos anos de 2017, 2018 e 2019, nos municípios de Caxias do Sul, Lagoa Vermelha, Vacaria e Bom Jesus, RS (fenologia considerando as áreas experimentais da Embrapa Uva e Vinho localizada em Vacaria, RS). Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

Tabela 1. Valores de Graus-dia, considerando as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °, ocorridas mensalmente e acumuladas entre os dias 01 de agosto e 31 de março e médios entre as safras de 2017/18, 2018/19 e 2019/20, nos municípios de Bom Jesus e Vacaria, RS.

Bom Jesus, RS									
Mês	Graus-dia ¹ TB 4,5°C				Mês	Graus-dia ¹ TB 10°C			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	277	202	249	264	Agosto	128	80	114	122
Setembro	404	335	305	317	Setembro	239	178	157	165
Outubro	339	320	397	351	Outubro	176	169	228	195
Novembro	354	412	415	394	Novembro	194	248	251	232
Dezembro	474	476	473	422	Dezembro	309	315	303	275
Janeiro	480	567	491	515	Janeiro	309	397	321	347
Fevereiro	410	429	435	461	Fevereiro	256	275	277	304
Março	442	443	470	438	Março	279	273	305	269
Acumulado	2.902	2.983	2.987	2.898	Acumulado	1.761	1.855	1.842	1.786
Mês	Graus-dia ¹ TB 14°C				Mês	GDH°C (temperatura-base 4,5°C) ³			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	55	40	50	56	Agosto	5.768	4.181	5.227	5.515
Setembro	131	83	78	79	Setembro	7.053	7.034	5.933	6.245
Outubro	78	78	120	96	Outubro	7.460	6.761	7.740	6.789
Novembro	95	138	139	126	Novembro	7.402	7.955	8.204	7.891
Dezembro	193	207	188	173	Dezembro	7.990	7.406	8.294	7.252
Janeiro	188	273	200	226	Janeiro	9.322	8.303	8.757	8.356
Fevereiro	150	166	169	192	Fevereiro	7.610	7.590	7.840	7.953
Março	166	157	189	152	Março	8.298	8.356	7.712	8.593
Acumulado	1.000	1.101	1.084	1.044	Acumulado	55.136	53.405	54.480	53.079
Vacaria, RS									
Mês	Graus-dia ¹ TB 4,5°C				Mês	Graus-dia ¹ TB 10°C			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	289	207	258	272	Agosto	134	81	119	130
Setembro	412	333	329	312	Setembro	247	173	173	156
Outubro	359	369	410	371	Outubro	190	200	236	202
Novembro	377	427	430	418	Novembro	206	254	266	254
Dezembro	504	499	490	492	Dezembro	333	330	319	322
Janeiro	492	559	496	515	Janeiro	322	389	326	345
Fevereiro	421	434	442	470	Fevereiro	267	280	283	314
Março	476	445	491	450	Março	306	274	321	281
Acumulado	3.041	3.065	3.089	3.029	Acumulado	1.871	1.901	1.925	1.873
Mês	Graus-dia ¹ TB 14°C				Mês	GDH°C (temperatura-base 4,5°C) ³			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	54	41	51	64	Agosto	6.120	4.335	5.262	5.721
Setembro	127	73	87	71	Setembro	7.561	7.255	6.312	6.447
Outubro	86	93	127	99	Outubro	7.833	7.999	8.109	7.799
Novembro	109	139	152	142	Novembro	7.779	8.746	8.337	8.273
Dezembro	211	216	196	200	Dezembro	8.964	8.229	8.733	8.890
Janeiro	194	265	204	220	Janeiro	9.802	9.143	9.229	8.901
Fevereiro	155	170	173	202	Fevereiro	8.588	8.123	8.539	7.988
Março	178	152	187	161	Março	9.280	9.251	8.737	8.985
Acumulado	1.060	1.107	1.126	1.095	Acumulado	59.807	58.745	57.996	57.284

¹ Graus-dia calculados segundo equações propostas por Villa Nova et al. (1972).

² Valor médio dos anos de 2013 a 2017, cujos dados foram obtidos nas Estação Meteorológica da BASF (2409) e Estação Meteorológica do INMET (A880).

³ GDH°C calculado de acordo com Richardson et al. (1975).

Tabela 2. Valores de Graus-dia, considerando as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °, ocorridas mensalmente e acumuladas entre os dias 01 de agosto e 31 de março e médios entre as safras de 2017/18, 2018/19 e 2019/20, nos municípios de Caxias do Sul e Lagoa Vermelha, RS.

Caxias do Sul, RS									
Mês	Graus-dia ¹ TB 4,5°C				Mês	Graus-dia ¹ TB 10°C			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	303	222	271	299	Agosto	150	96	135	152
Setembro	435	365	320	340	Setembro	270	202	169	182
Outubro	384	375	419	389	Outubro	216	207	250	221
Novembro	384	444	440	416	Novembro	220	279	276	252
Dezembro	508	512	516	493	Dezembro	338	343	346	327
Janeiro	505	598	523	496	Janeiro	335	428	353	341
Fevereiro	439	455	472	481	Fevereiro	285	301	312	327
Março	496	466	520	468	Março	325	296	350	298
Acumulado	3.151	3.217	3.211	3.083	Acumulado	1.988	2.056	2.054	1.947
Mês	Graus-dia ¹ TB 14°C				Mês	GDH°C (temperatura-base 4,5°C) ³			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	69	45	73	77	Agosto	6.120	4.500	5.698	6.256
Setembro	156	96	88	91	Setembro	7.713	7.758	6.294	6.948
Outubro	103	99	138	112	Outubro	8.293	8.107	8.147	8.130
Novembro	113	164	161	141	Novembro	7.934	8.386	8.383	8.373
Dezembro	216	226	226	209	Dezembro	8.565	8.250	8.314	8.638
Janeiro	211	304	230	229	Janeiro	9.471	8.711	8.780	8.094
Fevereiro	174	190	200	215	Fevereiro	8.247	8.060	8.100	8.284
Março	202	175	226	177	Março	9.508	9.229	8.705	9.426
Acumulado	1.174	1.255	1.269	1.172	Acumulado	59.732	58.500	56.724	57.893

Lagoa Vermelha, RS									
Mês	Graus-dia ¹ TB 4,5°C				Mês	Graus-dia ¹ TB 10°C			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	331	244	292	319	Agosto	171	103	148	166
Setembro	456	378	355	373	Setembro	291	216	199	213
Outubro	404	406	457	425	Outubro	236	236	287	257
Novembro	422	463	485	458	Novembro	251	304	320	294
Dezembro	551	542	538	540	Dezembro	381	372	368	370
Janeiro	534	607	539	520	Janeiro	364	437	369	366
Fevereiro	451	471	488	501	Fevereiro	297	317	328	346
Março	491	442	541	442	Março	326	288	371	289
Acumulado	3.310	3.309	3.403	3.260	Acumulado	2.146	2.170	2.241	2.135
Mês	Graus-dia ¹ TB 14°C				Mês	GDH°C (temperatura-base 4,5°C) ³			
	2017/18	2018/19	2019/20	Média ²		2017/18	2018/19	2019/20	Média ²
Agosto	80	51	73	83	Agosto	6.971	5.230	6.031	6.689
Setembro	173	109	107	112	Setembro	7.706	8.050	6.764	7.378
Outubro	125	122	168	144	Outubro	8.622	8.782	8.354	8.441
Novembro	146	189	195	179	Novembro	7.943	7.869	8.231	8.146
Dezembro	258	255	246	248	Dezembro	8.066	8.063	8.237	8.576
Janeiro	240	313	246	254	Janeiro	9.471	8.052	8.683	7.650
Fevereiro	186	205	216	234	Fevereiro	8.001	7.728	7.712	7.903
Março	208	178	248	180	Março	8.650	7.796	7.795	8.042
Acumulado	1.336	1.371	1.426	1.350	Acumulado	58.459	56.341	55.777	56.137

¹ Graus-dia calculados segundo equações propostas por Villa Nova et al. (1972).

² Valor médio dos anos de 2013 a 2017, cujos dados foram obtidos nas Estação Meteorológica da BASF (2417) e Estação Meteorológica da BASF (2416).

³ GDH°C calculado de acordo com Richardson et al. (1975).

A precipitação pluviométrica nos meses do inverno de 2019, principalmente em julho, agosto e setembro, foi significativamente inferior à média histórica para estes meses (35%, 43% e 34%, respectivamente). Destaca-se que os volumes de chuvas acumulados no período de julho a setembro de 2019 foram os menores observados no período dos últimos 12 anos de observação. Após este inverno seco, a precipitação em outubro e novembro ficou próxima a média histórica (Figura 4).

Nos meses de dezembro, fevereiro e março verificou-se novos períodos de estiagem, com volumes de precipitação pluviométrica que representaram apenas 55%, 59% e 23% dos valores normais para estes meses, respectivamente. No mês de janeiro os volumes de precipitação pluviométrica foram similares a média histórica. O volume médio acumulado na região para o período (agosto a março) foi de 878 mm (média dos valores de precipitação pluviométrica da região), valor 29% inferior à média histórica (1.243 mm) para o mesmo período e região. No mesmo período em 2018, os valores acumulados de agosto a março foram de 1.199 mm, o que representou uma diferença de 302 mm a menos na safra 2019/20. Destaca-se que os volumes de chuvas acumulados no período de fevereiro e março de 2020 foram os menores observados no período dos últimos oito anos de observação, representando apenas 41% do volume esperado para o período, o que representou um déficit de 163 mm no período.

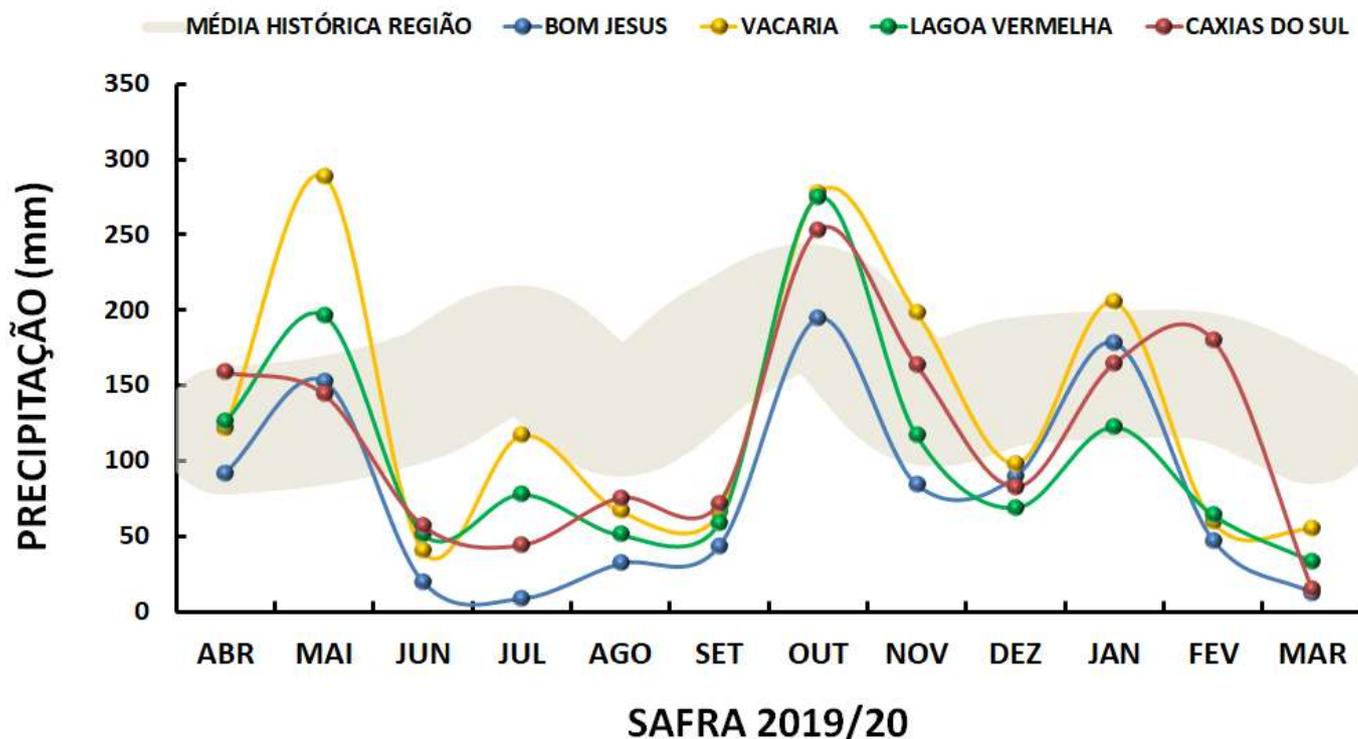


Figura 4. Precipitação pluviométrica acumulada nos meses de abril de 2019 a março de 2020 e precipitação média do mesmo período entre os anos de 1991 e 2018 (faixa clara), nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, RS. Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

Os extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) mostraram que o volume total do excedente hídrico no período de fevereiro de 2019 a março de 2020 foi de 146, 825, 670 e 543 mm para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Caxias do Sul e Lagoa Vermelha, respectivamente (Figura 5), valores bem inferiores aos observados para o ano anterior e mesma região (566, 1.129, 985 e 484 mm, respectivamente). Verifica-se que os valores observados para Bom Jesus e Lagoa Vermelha, representaram apenas 19% e 66% dos valores observados para Vacaria, respectivamente. No período avaliado, para a região, observou-se baixo acúmulo hídrico no período de julho a setembro de 2019, cujos valores médios nestes meses não ultrapassaram o volume de 70 mm, e entre os meses de fevereiro e março de 2020, onde os valores médios nestes meses não ultrapassaram o volume de 20 mm. Ainda em 2019, verificaram-se excedentes hídricos entre os meses abril e maio e entre outubro e novembro, condição similar às observadas no ano de 2017, quando houve excedente hídrico no mesmo período. Considerando os extratos dos balanços hídricos climatológicos, o município de Bom Jesus foi o mais afetado pelo déficit hídrico na safra 2019/20.

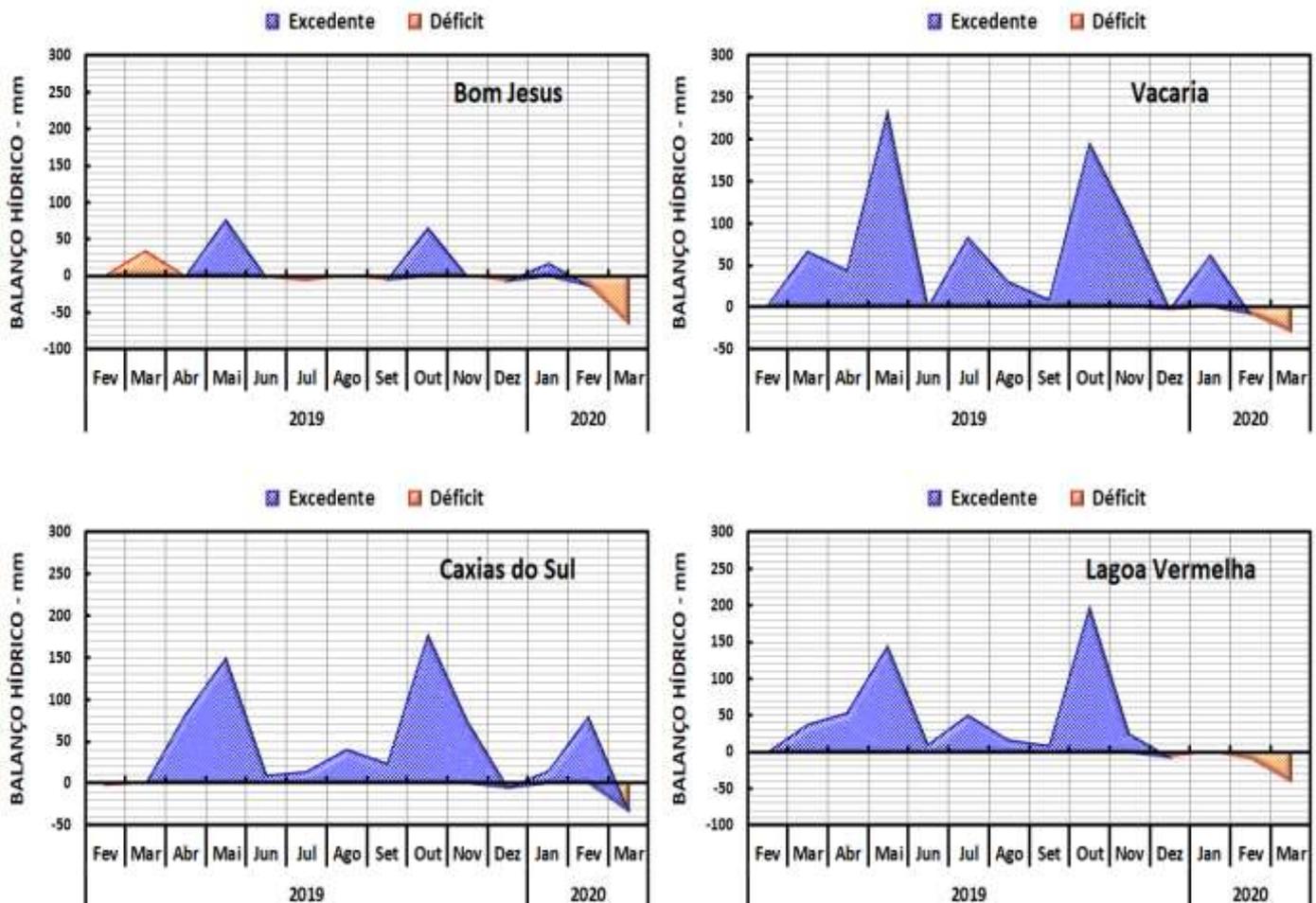


Figura 5. Extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) na safra de 2019/20, nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, RS. Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

Considerando o monitoramento da umidade do solo do grupo dos Latossolos, avaliada nas profundidades de 0 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 60 cm, verificaram-se expressivos déficits hídricos, nas diferentes camadas do solo, quando a medição foi realizada através de tensiometria (Figura 6). Nas três camadas avaliadas, com destaque para a profundidade de 20 a 40 cm (mais representativa para o sistema radicular da macieira), foram totalizados 115 dias de déficit hídrico (umidade do solo inferior a capacidade de campo – área vermelha do gráfico) no período avaliado, distribuídos na seguinte condição: 21 dias em novembro/2019, 28 dias em dezembro/2019, 17 dias em janeiro/2020, 29 dias em fevereiro e 20 dias em março/2020. Destaca-se que na profundidade de 20 a 60 cm as leituras dos tensiômetros mostraram tensões de água no solo superiores a 70 kPa, indicando alta necessidade da aplicação de água.

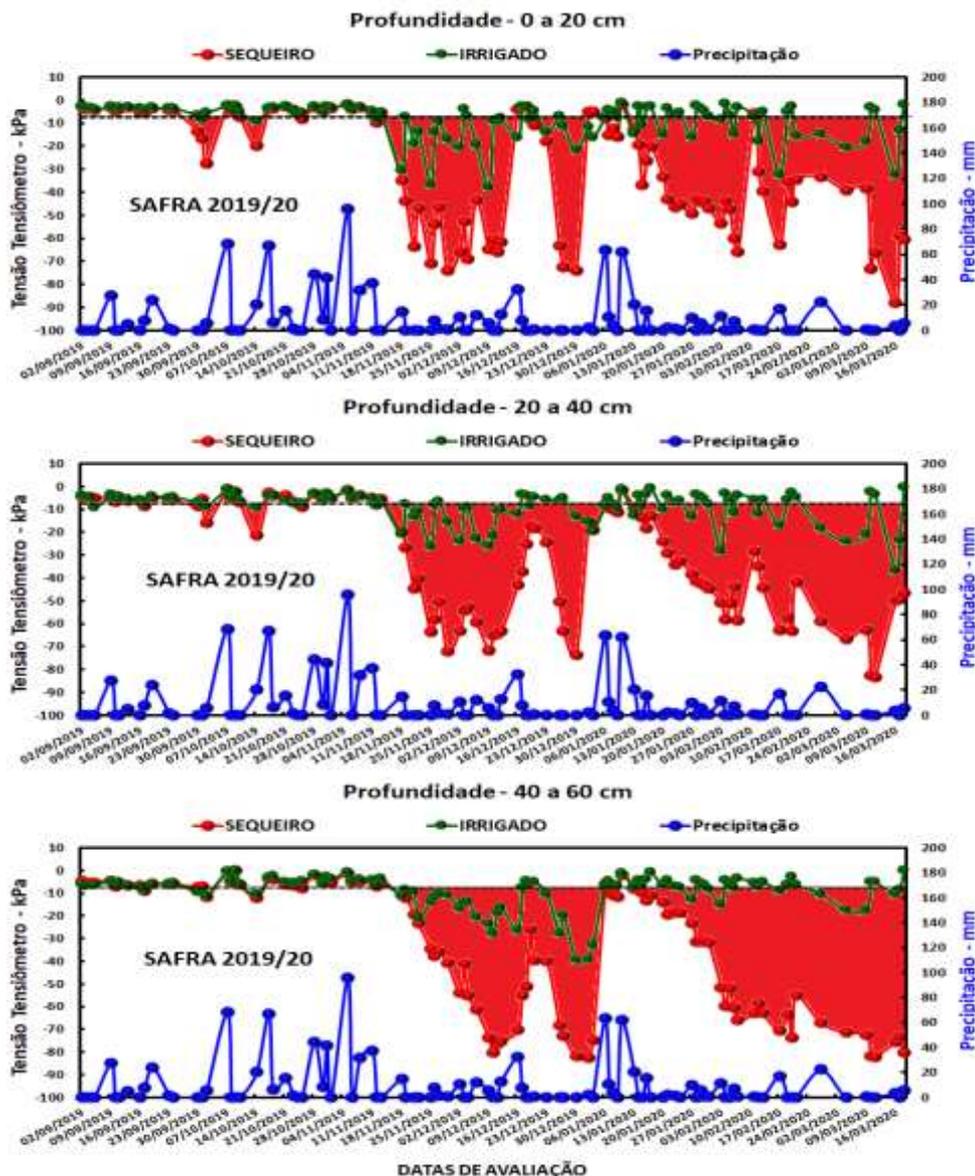


Figura 6. Distribuição sazonal da tensão de água no solo, na profundidade de 0 a 20cm, 20 a 40cm e 40 a 60cm, em cultivo de macieira sem irrigação e da precipitação pluviométrica entre os dias 02 de setembro de 2019 e 18 de março de 2020. Vacaria-RS. (---- tensão de água no solo na Capacidade de Campo).

Reflexos das condições climáticas na resposta produtiva da macieira no ciclo 2019/2020

As condições meteorológicas do período de outono e inverno do ciclo 2019/2020, caracterizadas pelo insuficiente acúmulo de frio hibernal e déficit hídrico, associadas às condições climáticas evidenciadas no início da primavera, resultaram em atraso na brotação de gemas, em reduzidos níveis de brotação de gemas axilares e ampliação do período de floração. Além do maior período de floração, que representa impacto negativo na uniformização fenológica necessária à padronização de práticas culturais no decorrer do ciclo, foi evidenciada, de maneira geral, o início de florescimento antecipado em macieiras do grupo Gala em relação as do grupo Fuji. Em muitas situações, a disponibilidade de flores das cultivares do grupo Fuji foi muito reduzida no momento em que as macieiras do grupo Gala atingiram a plena floração, reduzindo as possibilidades quanto à polinização e frutificação de ambas cultivares.

Nos pomares onde se optou pela aplicação de indutores de brotação mais tardiamente (realizadas a partir de 08/09) do que convencionalmente utilizado na região (aplicação na última semana de agosto) verificou-se significativa melhoria dos índices de brotação e de uniformização do florescimento. Contudo, a época de florescimento coincidiu com período de intensa precipitação pluvial e nebulosidade, reduzindo significativamente os índices de frutificação efetiva nesses pomares, com reflexos diretos na redução do potencial produtivo. Seja por problemas de coincidência de florescimento ou por condições climáticas no pleno florescimento, observou-se em muitos pomares a maior parte dos frutos formada a partir de flores de final de floração, que normalmente são menores e de calibre inferior.

A precipitação pluvial e nebulosidade registradas no florescimento e na pós floração tiveram impacto negativo na frutificação efetiva e no aumento do crescimento vegetativo. As condições de menor qualidade de luz e baixo nível de brotação de gemas axilares determinaram aumento expressivo do crescimento vegetativo, demandando a intensificação das práticas culturais para manejo do dossel resultando na necessidade de emprego de fitorreguladores para essa finalidade. A magnitude do impacto das condições climáticas sobre a frutificação efetiva foi variável entre pomares, sendo maior a redução do potencial produtivo nos pomares em que a plena floração coincidiu com um período de intensa precipitação entre 13 e 18 de outubro de 2019, principalmente nas localidades em que foi observada menor acúmulo de frio no período hibernal, em especial as regiões de menor altitude.

Após período de intensa precipitação e condições de baixa luminosidade, a partir do mês de novembro, houve uma redução significativa da precipitação pluviométrica, caracterizando situação de déficit, a qual se intensificou nos meses subsequentes. A redução do regime pluviométrico coincidiu com o período de maior demanda hídrica das macieiras para definição do calibre dos frutos. Assim, dada a severidade do estresse hídrico observado no período, parte dos frutos não cresceram suficientemente para atingir o calibre comercial e, os frutos que atingiram o limiar de calibre comercial, apresentaram massa média dos frutos inferior à observada nos últimos anos. O somatório dessas condições resultou em significativa redução do volume e valor comercial associado devido ao menor calibre. Mesmo em pomares com reduzida carga de frutos, o calibre foi abaixo do observado nos últimos ciclos

O atraso do início da brotação de gemas e na floração, repercutiu em atraso no início da colheita de maçãs, tanto de cultivares precoces de macieira como na cultivar Gala. Em razão da redução do calibre médio dos frutos, houve uma tendência de aumento na proporção de pomares de macieiras Gala que utilizaram estratégias para retardo da maturação. O aumento do período de crescimento dos frutos, proporcionado pelo uso de fitorreguladores com ação na biossíntese do etileno, aumentou o calibre médio dos frutos em relação a áreas onde não foi utilizada essa tecnologia, mas ainda assim, o calibre foi inferior ao valor médio observado nos últimos anos. De maneira geral, as condições climáticas não foram restritivas ao desenvolvimento da coloração vermelha em maçãs Gala. Para macieiras 'Fuji' e em cultivares bicolors de maturação mais tardia do que macieiras Gala, foi evidenciada melhoria da coloração dos frutos, mesmo em clones de menor coloração.

Vale destacar que apesar de condições de intensa precipitação na floração e pós floração, o distúrbio fisiológico 'russeting' não foi expressivo. As condições de severa restrição hídrica tiveram impacto na limitação do crescimento de ramos, mesmo em pomares com reduzida produtividade. A redução de crescimento dos ramos, com maior exposição dos frutos à luz, resultou no aumento significativo de frutos com sintomas de dano de sol, sobretudo em macieiras 'Fuji Suprema' em pomares sem o uso de telas antigranizo. O aumento da radiação e da reduzida nebulosidade observada no período de maturação dessas cultivares também foram fatores que contribuíram para o aumento de sintomas de dano de sol.

Em regiões de pomares com solos mais rasos e/ou pedregosos foram observadas plantas com elevada senescência foliar, necrose de ramos, e até mesmo plantas mortas, resultado da severidade do estresse hídrico. Nas situações de pomares com alta abscisão de folhas advinda da restrição hídrica, verificou-se a ocorrência de brotação de parte das gemas ao final da estação de crescimento, principalmente em pomares onde ocorreram chuvas localizadas após a abscisão foliar. Esta condição implicará negativamente no potencial de brotação e frutificação no próximo ciclo produtivo. Pomares ainda em fase de formação foram afetados, também, pela redução da disponibilidade hídrica, apresentando taxas de crescimento e formação de estruturas de frutificação inferiores à média dos anos anteriores, contribuindo para o atraso na formação dos pomares e em certos casos, implicando no aumento da necessidade de replantio em razão do aumento da mortalidade de plantas.

Referencial bibliográfico

RICHARDSON, E. A.; SEELEY, S. D.; WALKER, D. R.; ANDERSON, J. L.; ASHCROFT, G. L. Pheno-climatology of spring peach bud development. *HortScience*, v. 10, n. 3, p. 236-237, 1975. Disponível em: < <https://gsajournals.org/articles/000/000/000000028pheno-climatology-of-spring-peach-bud-development.php>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, N. J.: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1)

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. **Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máximas e mínimas**. São Paulo: USP: Instituto de Geografia, 1972. (Caderno de Ciências da Terra, 30). p. 1-8.