

**VARIATIONS OF CLIMATE RHYTHM IN PIEDMONT
REGION, ITALY: REFLECTIONS IN THE SUSA VALLEY
(SNOW AND TOURISM) AND THE "TERROIR" OF BAROLO
(WINE PRODUCTION)**

João Afonso Zavattini¹; Simona Fratianni²

1 - Programa de Pós-graduação em Geografia (UNESP-IGCE-RC). Email: zavattini@rc.unesp.br

2 - Dipartimento di Scienze della Terra (Università degli Studi di Torino, Italia). Email: simona.fratianni@unito.it

Artigo convite - 40 anos do lançamento da obra Teoria e Clima Urbano do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro

ABSTRACT

The choice of the Susa Valley is due to the large availability of snow parameters and their correct geographical distribution. This study examined the snow cover depth values (and the fresh snow depth, when possible) recorded by Arpa Piemonte and the number of tourists, staying at hotels and extra-hotel facilities in the Turin province, in the 1990-2005 period. Given that this valley shows an alternation of weather types favourable and unfavourable to skiing, two consecutive contrasting seasons have been chosen that will be used to carry out an exhaustive analysis of the variables involved, linked to climate and tourism (FRATIANNI; ZAVATTINI, 2011; FRATIANNI; ZAVATTINI, 2007). Moreover, we have analysed daily climate data provided by 12 weather stations located in the Nebbiolo (Barolo) winegrowing area and also in the surroundings. The main climate limits have been found that interfere with the vine phenological growth, also having recourse to the study of the climate rhythm, thanks to which it was possible to determine the most suitable climate features for wine growing. The study of weather types, carried out by using daily isobar maps, turned out to be very useful to understand the different qualities of wine crops (FRATIANNI; ZAVATTINI, 2009; FRATIANNI; ZAVATTINI, 2006).

Keywords: Piedmont Region (Italy), Susa Valley, Hills of Langhe, Barolo's vine growing territory, climate rhythm, tourism, snow, weather types.

**VARIAÇÕES DO RITMO CLIMÁTICO NO PIEMONTE ITALIANO:
REFLEXOS NO VALE DE SUSA (NEVE E TURISMO) E NO
"TERROIR" DO BAROLO (PRODUÇÃO VITIVINÍCOLA)**

RESUMO

O Vale de Susa foi escolhido pela riqueza de dados nivométricos disponíveis e com boa distribuição geográfica. Foram considerados os valores da espessura do manto nevoso e, quando possível, da altura da neve fresca, registrados pela Arpa Piemonte, bem como os da presença de turistas em hotéis e demais instalações turísticas, fornecidos pela Província di Torino, no período 1990-2005. Tendo em vista que no Vale de Susa alternam-se tipos de tempo favoráveis e desfavoráveis à prática do esqui de neve, foram considerados dois invernos consecutivos e contrastantes que serviram para aprofundar o conhecimento da variabilidade em jogo, ligada ao clima e ao turismo (FRATIANNI; ZAVATTINI, 2011; FRATIANNI; ZAVATTINI, 2007). Além disso, foram analisados dados climáticos diários de 12 estações meteorológicas localizadas na área de cultivo de videiras Nebbiolo ("terroir" do Barolo) e arredores. Foram analisados, também, os principais limites climáticos que interferem no desenvolvimento fenológico da uva recorrendo, inclusive, ao estudo do ritmo climático, que permitiu determinar as características favoráveis e desfavoráveis à viticultura. O estudo dos tipos de tempo, desenvolvido graças à análise de cartas isobáricas diárias, revelou-se extremamente útil à compreensão da diferença da qualidade entre safras vitivinícolas subsequentes (FRATIANNI; ZAVATTINI, 2009; FRATIANNI; ZAVATTINI, 2006).

Palavras-chave: Região Piemonte (Itália), Vale de Susa, Colinas de Langhe, "terroir" vitivinícola do Barolo, ritmo climático, turismo, neve, tipos de tempo.

NEVE E TURISMO NO VALE DE SUSAS

O Vale de Susa está localizado na porção norte-ocidental do Piemonte, encaixado entre os Alpes Cottiennes e os Alpes Graies e atravessado pelo rio Dora Riparia que, nos arredores de Turim, deságua no rio Pó. Trata-se de uma área muito importante do ponto de vista turístico, pois basta dizer que nesse vale, em fevereiro de 2006, desenrolaram-se os XX Jogos Olímpicos de Inverno, os Jogos Paralímpicos e os Jogos Universiades. Esse vale foi escolhido porque possui grande disponibilidade de dados nivométricos e suas estações meteorológicas estão muito bem distribuídas do ponto de vista geográfico, o que permitiu a realização desse estudo de climatologia geográfica (Figura 1).

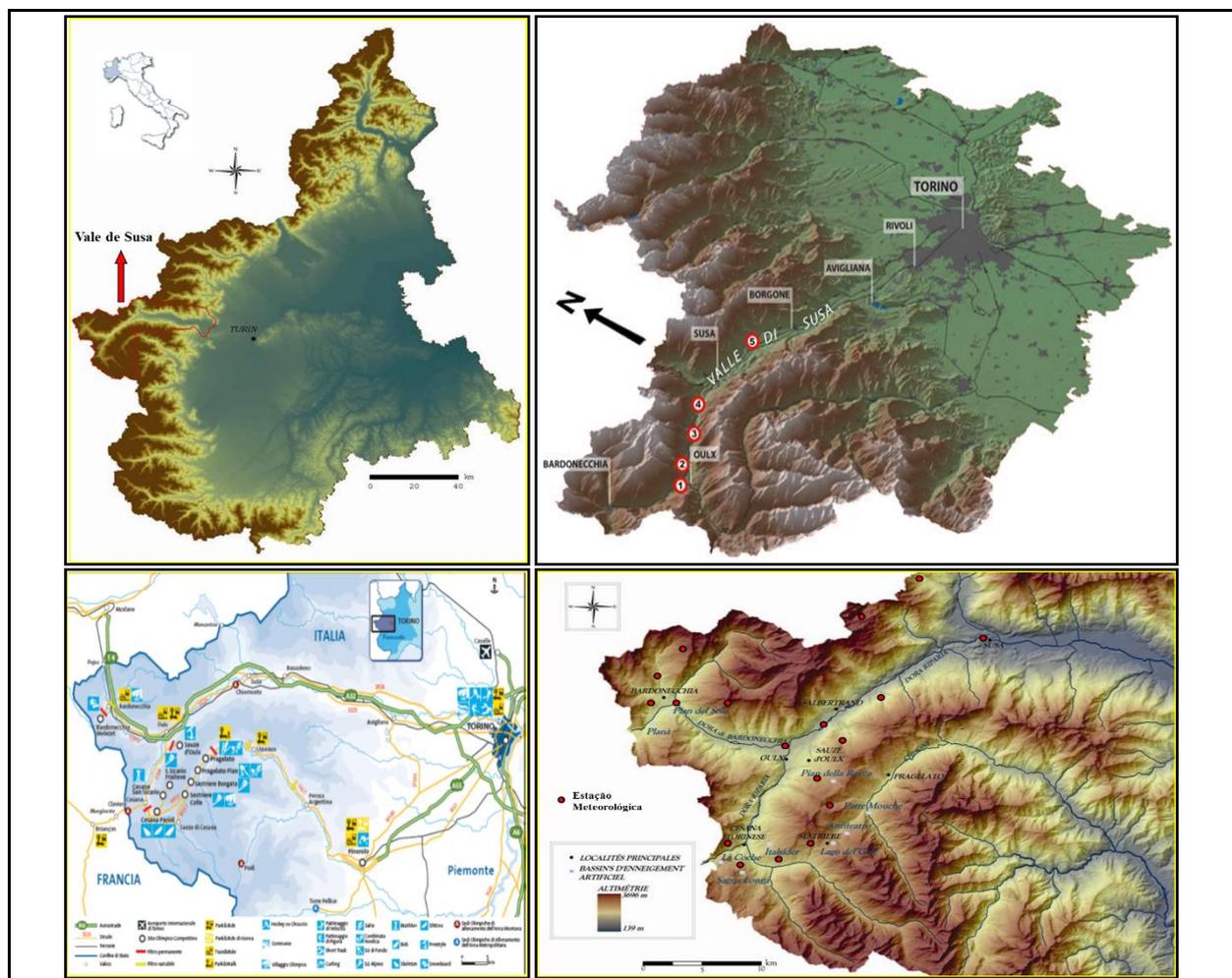


Figura 1 - O Vale de Susa na Região do Piemonte (Itália): relevo, hidrografia, equipamento turístico e rede de estações meteorológicas de superfície

Inicialmente foram coletados e analisados os dados climáticos de dezesseis estações meteorológicas pertencentes à ARPA Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale da Provincia di Torino, cuja abrangência temporal cobre o lapso 1990-2005 (Tabela 1).

Tabela 1 – As estações meteorológicas da ARPA Piemonte no Vale de Susa

Estação	Localidade	Altitude (m)	Lat. N	Long. E	Início
Prerichard	Bardonecchia	1353	45° 4' 33"	6° 43' 3"	06/12/1990
Pian del Sole	Bardonecchia	1585	45° 3' 52"	6° 42' 15"	06/02/2003
Camini Frejus	Bardonecchia	1800	45° 7' 5"	6° 41' 23"	09/11/1990
Rochemolles	Bardonecchia	1975	45° 7' 55"	6° 46' 20"	01/12/1983
Colle Bercia	Cesana Torinese	2200	44° 55' 19"	6° 47' 3"	18/10/1996
San Sicario	Cesana Torinese	2093	44° 58' 6"	6° 50' 14"	28/08/2001
Claviere	Claviere	2044	44° 56' 5"	6° 45' 24"	30/08/2001
Rifugio Vaccarone	Giaglione	2745	45° 9' 19"	6° 55' 3"	06/09/1996
Lago Moncenisio	Moncenisio	2000	45° 12' 21"	6° 59' 9"	01/12/1983
Chateau Beaulard	Oulx	1800	45° 1' 38"	6° 45' 17"	13/11/2001
Salbertrand	Salbertrand	1010	45° 4' 20"	5° 53' 42"	15/11/1990
Le Selle	Salbertrand	1950	45° 3' 19"	6° 55' 6"	26/07/1991
Sauze di Cesana	Sauze di Cesana	1840	44° 53' 44"	6° 55' 12"	07/10/1998
Lago Pilone	Sauze d'Oulx	2320	45° 0' 12"	6° 52' 38"	21/10/1988
Principi di Piemonte	Sestriere	2020	44° 57' 8"	6° 52' 33"	10/09/1996
Barcenisio	Venaus	1525	45° 11' 34"	6° 59' 10"	17/11/1994

Pelo fato de algumas dessas estações pertencerem a setores montanhosos alpinos, onde a prática do esqui na neve é tida como atividade muito importante, foram então consideradas tanto a espessura do manto nevoso quanto a altura da neve fresca precipitada (Figura 2).



Figura 2 – Uma estação meteorológica da ARPA Piemonte no Vale de Susa

A análise da tabela 2, com dados da tendência mensal da neve no Vale de Susa, revela que em **Salbertrand** a espessura do manto nevoso apresenta uma curva unimodal com um máximo concentrado em janeiro/fevereiro e um manto nevoso que oscila entre 17 e 6 cm no período de dezembro a março. Já em **Prerichard** o manto nevoso é mais exíguo e somente em janeiro atinge 29 cm. Conforme a altitude aumenta, como é o caso de **Pian del Sole**, a 1585 metros acima do nível do mar, e de **Camini Frejus**, a 1800 metros, o manto nevoso se conserva desde novembro até abril, não importando que os 50 cm de neve acumulada serão ultrapassados somente nos meses de janeiro e fevereiro. **Le Selle** e **Lago Rochemolles**, localizadas em altitudes mais elevadas, apresentam máximos em fevereiro, com 68 e 86 cm de neve, respectivamente. Em **Lago Pilone**, ainda mais no alto, a 2320 metros acima do nível do mar, o manto nevoso é considerável e praticamente o mesmo nos meses de fevereiro, março e abril, apesar de que o máximo decresça em março. Somente a estação de **Rifugio Vaccarone**, a 2745 metros acima do nível do mar, apresenta máximo em abril, com 88 cm de neve no solo.

Tabela 2 – Dados mensais médios da espessura do manto nevoso (MN) e do número de dias com neve (DN) no Vale de Susa (Piemonte)

Estação	Altitude (m)	Neve	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.
Salbertrand	1010	MN	2	10	17	17	6	0
		DN	1	3	3	3	2	1
Prerichard	1353	MN	6	14	29	27	7	0
		DN	3	4	4	4	2	1
Barcenisio	1525	MN	7	23	41	41	31	3
		DN	4	5	5	4	4	4
Pian del Sole	1585	MN	30	30	57	60	50	12
		DN	3	5	7	4	3	3
Camini Frejus	1800	MN	16	33	53	52	37	6

		DN	6	7	5	5	4	5
Chateau Beaulard	1800	MN	28	50	59	64	56	20
		DN	5	7	6	3	3	5
Sauze Cesana	1840	MN	24	46	61	71	71	34
		DN	6	5	5	4	4	6
Le Selle	1950	MN	15	36	57	68	67	36
		DN	6	6	5	4	4	7
Rochemolles	1975	MN	23	45	68	86	78	40
		DN	6	7	7	6	4	6
Lago Moncenisio	2000	MN	18	36	50	64	62	40
		DN	6	5	6	4	4	6
Sestriere	2020	MN	23	51	68	77	66	26
		DN	6	7	5	4	5	7
Claviere	2044	MN	24	43	64	75	76	37
		DN	5	5	6	4	4	5
San Sicario	2093	MN	34	62	78	91	91	65
		DN	6	7	4	4	5	7
Colle Bercia	2200	MN	41	73	90	96	95	71
		DN	7	7	6	5	7	8
Lago Pilone	2320	MN	30	56	73	85	91	85
		DN	8	7	5	4	6	8
Rifugio Vaccarone	2745	MN	58	73	73	63	66	88
		DN	9	7	6	5	8	10

A análise da figura 3, que ilustra a distribuição mensal média da espessura do manto nevoso e do número de dias com neve no Vale de Susa, revela que o número médio sazonal de dias com neve oscila dos 46 em **Rifugio Vaccarone**, a estação de maior altitude, aos 13 em **Salbertrand**, estação com a menor altitude, pois situada a apenas 1010 metros acima do nível do mar. Geralmente, as estações localizadas em altitudes superiores a 1800 metros, apresentam pelo menos 30 dias com neve no período de novembro a abril.

Além disso, como indicam os gráficos da figura 3, nas menores altitudes é registrado um número mais elevado de dias com neve nos meses centrais do inverno, enquanto que nas maiores altitudes a neve cai preferencialmente durante os meses de novembro, dezembro e abril. Observa-se, também, que para a maior parte das estações examinadas fevereiro é o mês em que se registram os valores máximos de neve no solo. As estações situadas em altitudes inferiores aos 2000 metros apresentam valores máximos nos meses de janeiro e fevereiro e, em todas essas localidades, somente no mês mais frio os valores de temperatura são negativos, permitindo as precipitações nivais e a manutenção da neve no solo.

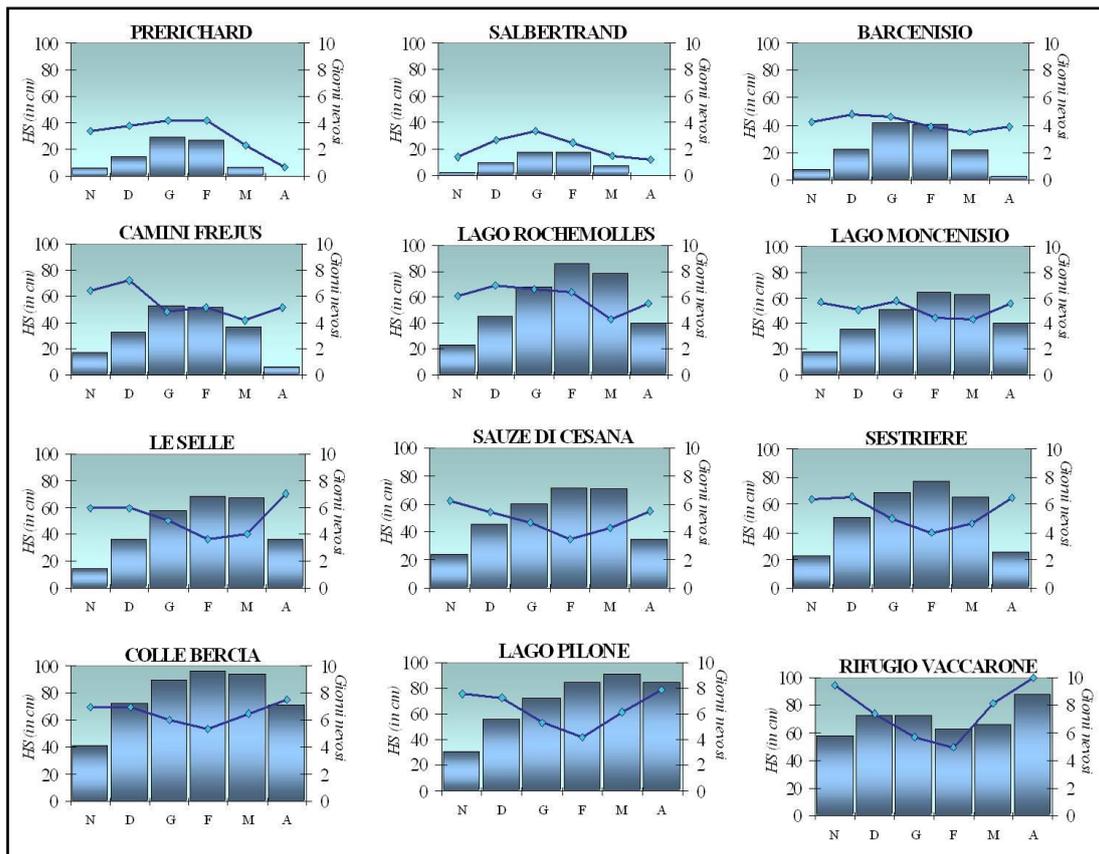


Figura 3 – Distribuição mensal média da espessura do manto nevoso (histograma / HS em cm) e do número de dias com neve (linhas / giorni nevosi) no Vale de Susa (Piemonte)

A distribuição mensal das precipitações nivais está estritamente ligada ao regime pluviométrico e, sobretudo, ao regime térmico, como testemunha de que na região piemontesa italiana a primavera apresenta mais neve que o outono, justamente pelo fato das temperaturas registradas após o mês de março serem habitualmente inferiores às que precedem o mínimo térmico de inverno em janeiro (FRATIANNI; MOTTA, 2002). Ou seja, o regime nivométrico não é simétrico ao período de frio mais intenso (mês de janeiro), pois as precipitações nivais são mais abundantes na primavera do que no outono, em conformidade com a tendência das temperaturas de primavera, mais baixas que as de outono.

É Péguy (1970) quem justamente sublinha que no final do semestre frio a neve também pode cair em dias cujas temperaturas estejam ligeiramente superiores a 0°C, fato que quase nunca acontece no início do inverno e, assim, algumas vezes se pode observar em março, e sobretudo em abril, precipitações nivais mais consideráveis que aquelas de novembro e dezembro. Por um lado, é preciso enfatizar a grande variabilidade inter-sazonal da precipitação de neve, pois no início da estação fria as precipitações abundantes, com mais de 70 a 80 centímetros de neve, geralmente só se verificam nas localidades situadas em altitudes elevadas.

Os invernos de 1996-1997, 2000-2001 e 2003-2004 foram os que tiveram registros máximos de espessura do manto nevoso, cujos valores em **Rifugio Vaccarone** alcançaram os 180 centímetros de neve acumulada no período de novembro/1996 a abril/1997. Já as espessuras mínimas foram registradas, em linhas gerais, nas estações de 1999-2000 e 2001-2002. Por outro lado, vale frisar que em todas as estações meteorológicas, com pelo menos sete anos de dados ininterruptos, foi observada uma ligeira porém constante diminuição da espessura do manto nevoso – cerca de 0,5 centímetros em cada inverno – com exceção das localidades de **Camini Frejus, Sauze di Cesana e Le Selle**, que apresentaram dados estáveis sobre a neve. A variabilidade inter-sazonal da precipitação nival provoca repercute no fluxo turístico em diversas estações de esporte de inverno no Vale de Susa.

Dessa forma, para melhor compreender esta possível relação de dependência, foram analisados os dados de espessura do manto nevoso, a altura da neve fresca – sempre que possível – e a presença de turistas italianos e estrangeiros em hotéis e outras instalações turísticas dessa porção do Piemonte, fornecidos pela Provincia di Torino. O turismo alpino está, de fato, estreitamente ligado às condições meteorológicas e, também, à exposição das vertentes e às zonas aptas à prática do esqui na neve, criando forte diferenciação no uso sazonal das instalações desse vale. Então, para executar uma análise climatológica mais completa, todos os elementos meteorológicos foram levados em consideração e não mais apenas a neve (SORRE, 1943; 1951; PÉDELABORDE, 1954; 1957; 1970; 1991).

Assim, vários outros elementos foram interpretados (temperatura, umidade do ar, chuva, radiação solar, vento e pressão atmosférica), simultaneamente com as cartas sinóticas do tempo (superfície e altitude), das quais foi deduzida a circulação atmosférica regional (Figuras 4 e 5). Tais procedimentos foram tomados no intuito de efetivar a análise rítmica dos invernos mais representativos (MONTEIRO, 1962; 1963; 1964; 1968; 1969; 1971; 1973; 1976; 1991; 1999; 2000), de acordo com o que Sorre (1943; 1951) já sublinhara, isto é, a importância de se estudar o ritmo climático ou, em outras palavras, de se compreender as seqüências – habitual e excepcional - dos tipos de tempo que agem sobre um certo lugar da superfície terrestre.

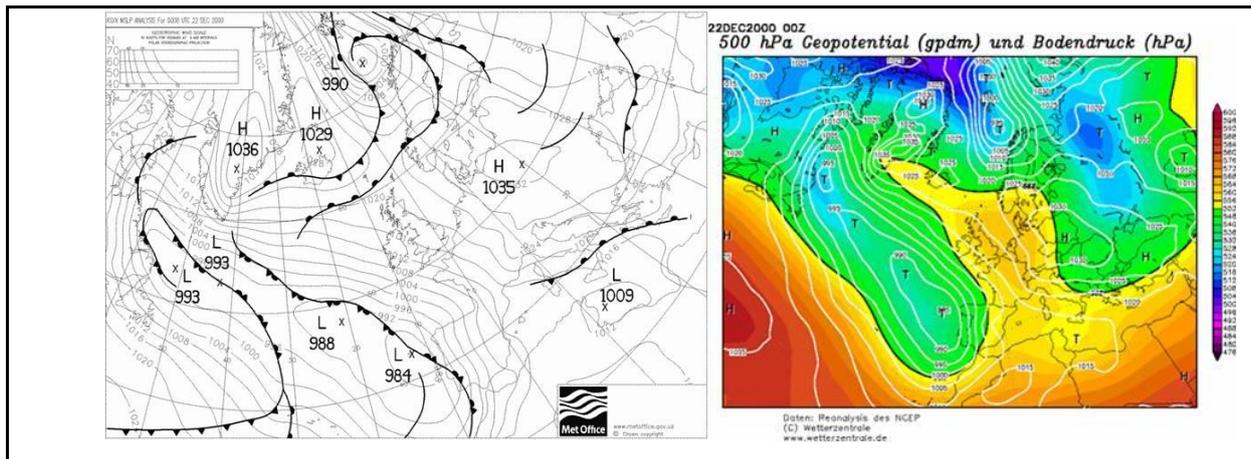


Figura 4 – Cartas do tempo confeccionadas para a Europa Centro-Occidental

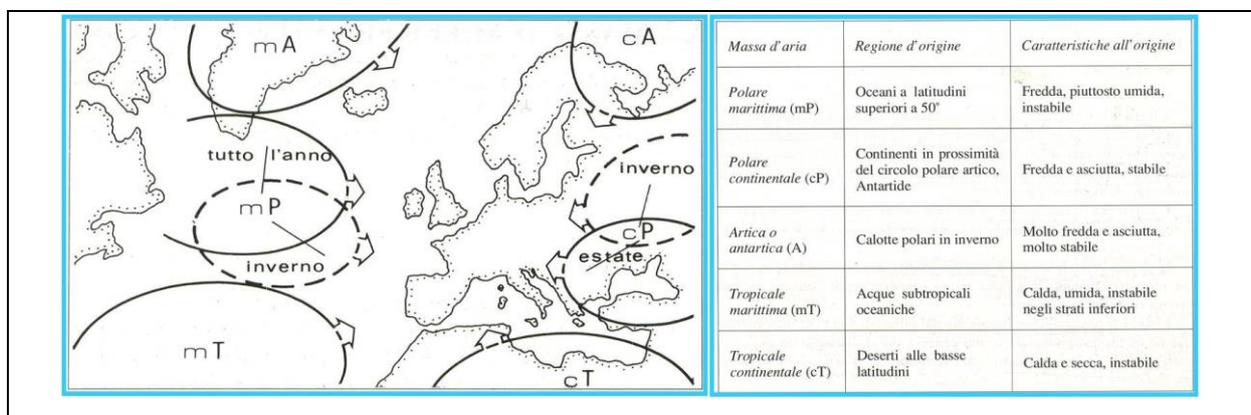


Figura 5 – Massas de ar da Europa Centro-Occidental (PACE, 2002; p.102)

As figuras 6 e 7 foram construídas com dados diários e horários dos principais elementos meteorológicos registrados em **Bardonecchia** e exemplificam as seqüências de tipos de tempo (habituais e excepcionais), que ocorreram durante alguns meses dos invernos - seqüentes e contrastantes - de **1999/2000** (novembro, janeiro e abril) e de **2000/2001** (novembro e abril), cujas conseqüências foram marcantes no fluxo turístico ao longo do Vale de Susa. No Vale de Susa há uma alternância de tipos de tempo favoráveis e desfavoráveis à prática do esqui na neve, cujo encadeamento resultará na boa ou péssima qualidade da estação de inverno.

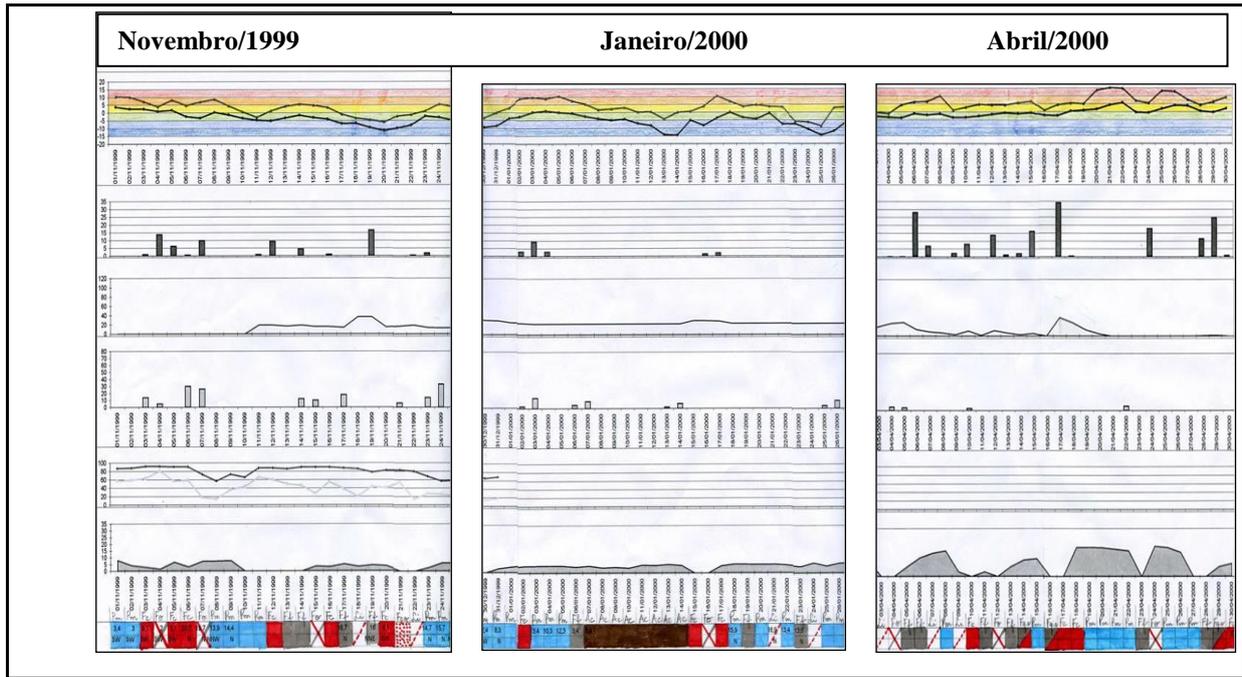


Figura 6 – Análise rítmica do inverno de 1999/2000 (meses selecionados)

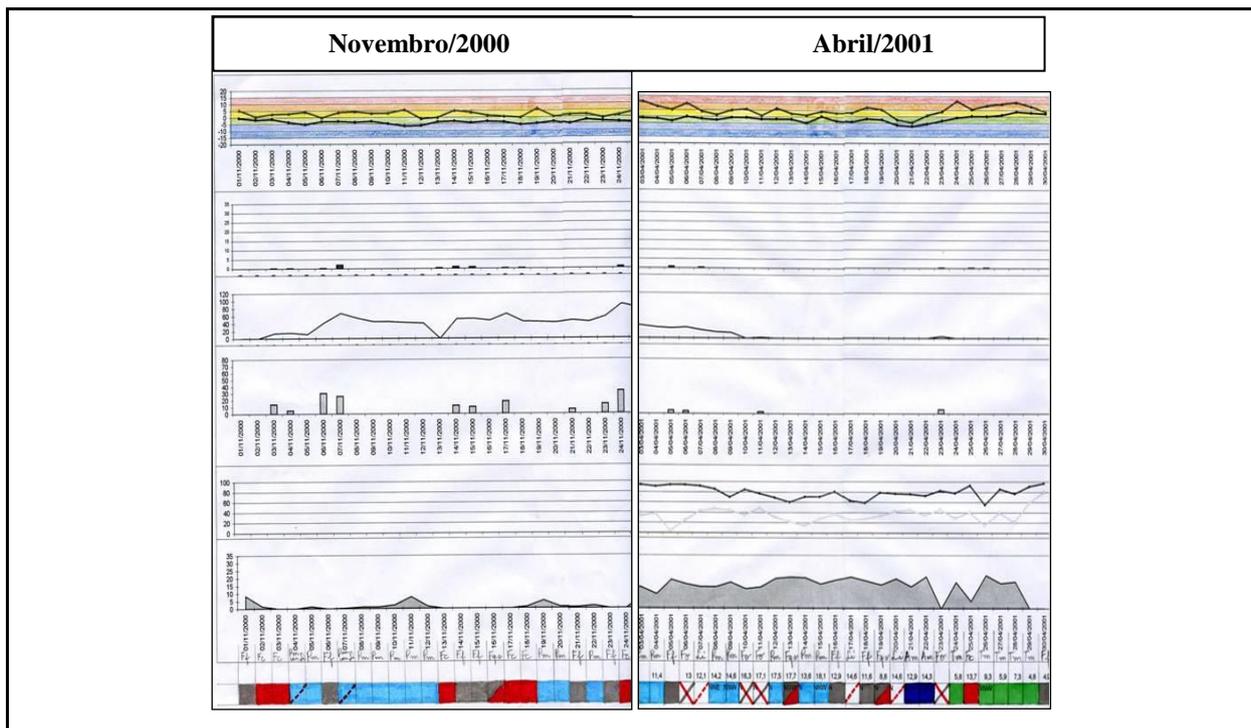


Figura 7 – Análise rítmica do inverno de 2000/2001 (meses selecionados)

A figura 8 ilustra o encadeamento de sucessivos invernos em **Bardonecchia**, no período **1990/91-2004/05**. As colunas mostram a espessura do manto nevoso em centímetros e a linha o número de chegadas de turistas.

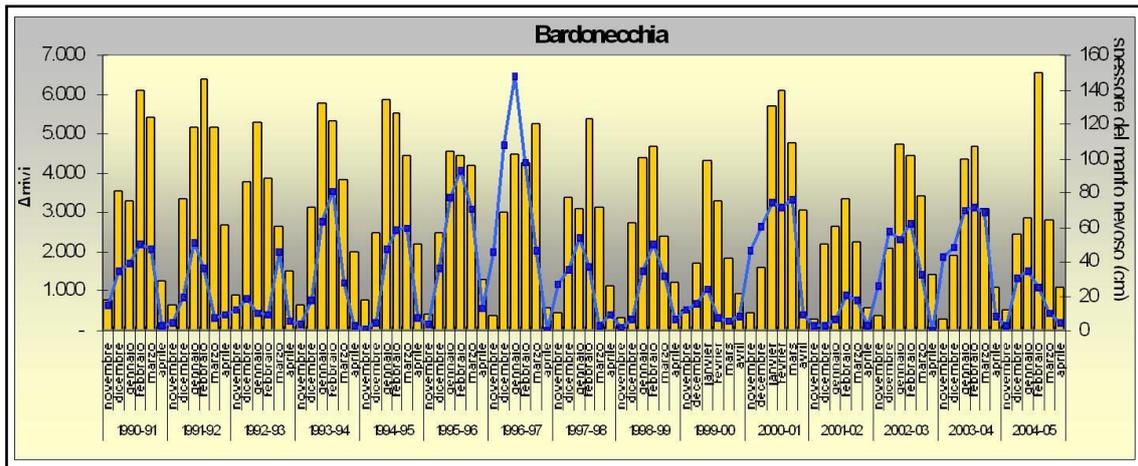


Figura 8 – Neve e turismo em Bardonecchia nos invernos de 1990/91 a 2004/05

Para melhor entender a gênese dessa variabilidade em jogo, ligada ao clima e ao turismo, foram escolhidos dois invernos contrastantes e consecutivos. O de **1999-2000**, cujos registros indicam exígua espessura do manto nevoso e, conseqüentemente, um baixo fluxo turístico, e o de **2000-2001**, quando uma considerável espessura do manto de neve atraiu a forte presença dos turistas, conforme exemplificado na figura 9, na qual a linha representa o número de chegadas de turistas a **Bardonecchia**, ao mesmo tempo em que as colunas revelam a espessura do manto nevoso em centímetros, nesses dois invernos.

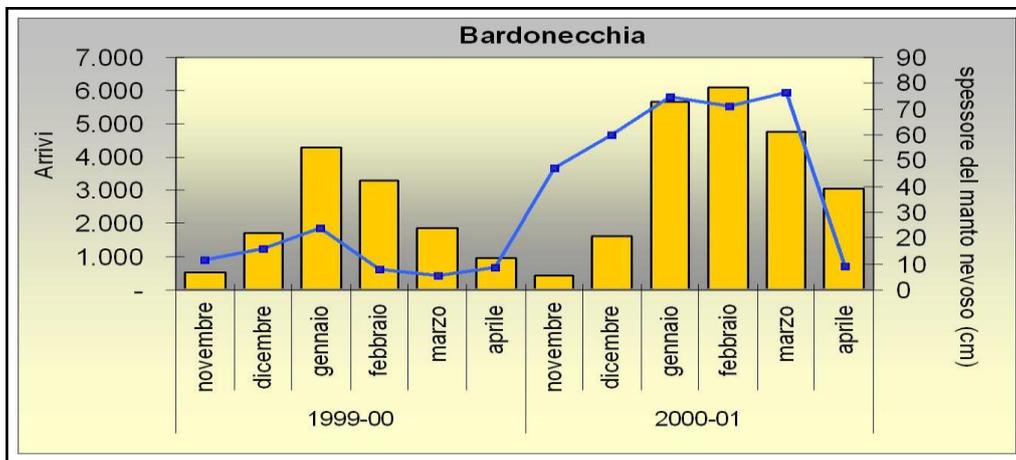


Figura 9- Neve e turismo em Bardonecchia nos invernos de 1999/2000 e 2000/01

Durante o inverno de **1999/2000** a região do Piemonte foi geralmente afetada por fluxos contínuos de ar polar e ártico, ao passo que no inverno seguinte (**2000/2001**) essas mesmas correntes apresentaram menor intensidade isobárica e forte alternância com os fluxos ocidentais.

No inverno de **1999/2000**, em relação ao inverno seguinte (**2000/2001**), a radiação solar foi mais elevada, a amplitude térmica mais forte e as precipitações mais frequentes e intensas. Além disso, embora tenha sido marcante o aporte de neve fresca, a espessura do manto

nevoso foi irregular e menor. Provavelmente as camadas de neve no solo tenham sido afetadas por sucessivos ciclos de derretimento e endurecimento que comprometeram a prática do esqui na neve, com exceção de alguns dias em dezembro, janeiro e fevereiro, quando as massas de ar ártico - marítimas e continentais – permitiram a manutenção da espessura do manto nevoso.

Durante o inverno de **2000/2001** a amplitude térmica foi mais constante graças à presença de maior nebulosidade que impediu as temperaturas máximas de alcançarem valores muito elevados, mantidos ao redor de 0°C por longos períodos, que assim não provocaram o derretimento das camadas superficiais de neve. Quando considerados apenas os índices de participação (em %) dos sistemas atmosféricos atuantes nesses dois invernos contrastantes e consecutivos (massas de ar e frontogênese), as diferenças encontradas não são muito grandes, como mostra a figura 10.

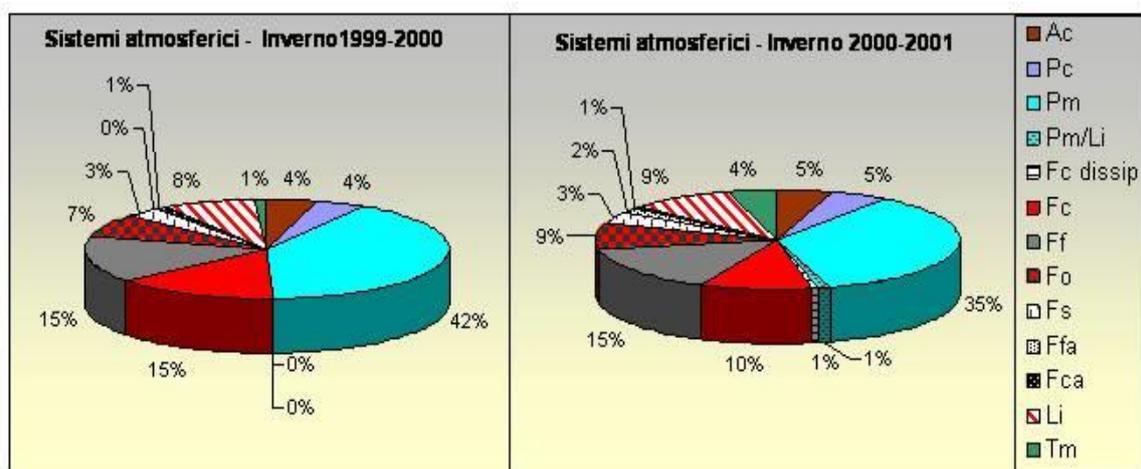


Figura 10 – Índices de participação dos sistemas atmosféricos nos invernos de 1999/2000 e 2000/2001 no Vale de Susa (Piemonte, Itália) Legenda: **Ac** = Ártica continental, **Pc** = Polar continental, **Pm** = Polar marítima, **Li** = Linha de instabilidade, **Fc** = Frente quente, **Fc dissip** = Frente quente em dissipação, **Ff** = Frente fria, **Fo** = Frente oclusa, **Fs** = Frente estacionária, **Ffa** = Frente fria em altitude, **Fca** = Frente quente em altitude, **Tm** = Tropical marítima

Ambos os invernos examinados apresentaram o mesmo número de dias de frontogênese (49%). Todavia, não basta avaliar dessa forma esse fenômeno para se compreender a precipitação nival numa dada área. É preciso também considerar o ritmo de sucessão dos estados atmosféricos sobre o Vale de Susa.

Com efeito, no mês de **novembro de 1999**, sucederam-se dois períodos contínuos de frontogênese, de cinco e onze dias, espaçados por apenas quatro dias de correntes de ar tropical marítimo. Foram três dias de frente oclusa, seis de frente quente, quatro de frente fria, dois de linhas de instabilidade e um dia de frente quente em altitude, totalizando dezesseis dias de contínua ação frontogenética no vale que impediram a conservação da neve no solo (ver figura 6).

No mesmo mês do ano seguinte, isto é, em **novembro de 2000**, as camadas de neve mantiveram-se conservadas, justamente porque houve uma alternância mais marcada entre a frontogênese e ação das massas de ar de origem polar marítimo, ao longo de seis períodos sucessivos (ver figura 7). Disso resultou uma ausência quase total de precipitações líquidas que, portanto, não desestabilizaram o manto nevoso após a primeira nevasca, ao contrário do que se verificara no início da estação precedente, mais precisamente em **novembro de 1999**.

Durante o **inverno de 1999/2000** a presença de turistas foi exígua, e somente no mês de **janeiro de 2000** foi observado um forte fluxo turístico em **Bardonecchia** (4309 chegadas, conforme figura 9). Certamente, a presença de uma massa de ar continental, logo após as precipitações nivais dos dias anteriores, prolongou a estabilidade atmosférica por oito dias seguidos e, por conseqüência, conservou o manto nevoso (ver figura 6).

Paradoxalmente, justo no **inverno de 2000/2001**, quando a manutenção do manto nevoso permitiu um forte fluxo turístico, exatamente quando ainda esperavam poder esquiarem na neve, a chegada de massas de ar tropical no final de março provocou o derretimento do manto nevoso, comprometendo o prosseguimento da prática do esqui na neve. Portanto, o considerável fluxo de turistas no mês de **abril de 2001** esteve ligado apenas às festividades da Páscoa.

O tema neve e turismo no Vale de Susa foi abordado, climatologicamente, de duas maneiras. A análise clássica permitiu observar o regime nivométrico e o fluxo turístico médio no Vale de Susa, enquanto que a análise rítmica possibilitou considerar não apenas a neve, mas o conjunto dos elementos climáticos ligados à circulação atmosférica. A análise clássica (tradicional), desenvolvida no nível mensal, revelou-se muito importante, pois permitiu a escolha precisa de dois invernos contrastantes do ponto de vista da espessura do manto nevoso e da presença turística. Já a análise rítmica (dinâmica), realizada no nível diário, foi fundamental para explicar porque o **inverno de 2000/2001** foi mais favorável ao turismo e, de maneira detalhada, tornou-se essencial para evidenciar as causas da melhor conservação do manto nevoso durante essa estação. Portanto, é importante saber utilizar - corretamente - as duas formas de análise nos estudos de climatologia geográfica.

A PRODUÇÃO VITIVINÍCOLA NO "TERROIR" DO BAROLO

Nas colinas de Langhe é cultivada uma das videiras mais representativas da viticultura do Piemonte, a Nebbiolo. Graças à grande potencialidade qualitativa de suas uvas, a área produz vinhos de grande prestígio nacional e internacional, como é o caso do Barolo, um dos primeiros

vinhos italianos a ser contemplado com a D.O.C. (Designação de Origem Controlada, em 23/4/1966) e, posteriormente, com a D.O.C.G. (Designação de Origem Controlada Garantida, em 1º/7/1980).

A área do Barolo apresenta uma superfície aproximada de 1.200 hectares cultivada com videiras Nebbiolo, num ambiente de colinas situadas entre os 200 e os 550 metros de altitude, que estendem-se por onze municípios (comuni) da porção territorial conhecida como "Langa Cuneese", onde as mais de novecentas propriedades vitivinícolas, ali presentes, alcançam uma produção média anual de cerca de 7 milhões de garrafas de vinho Barolo (Figuras 11, 12 e 13).

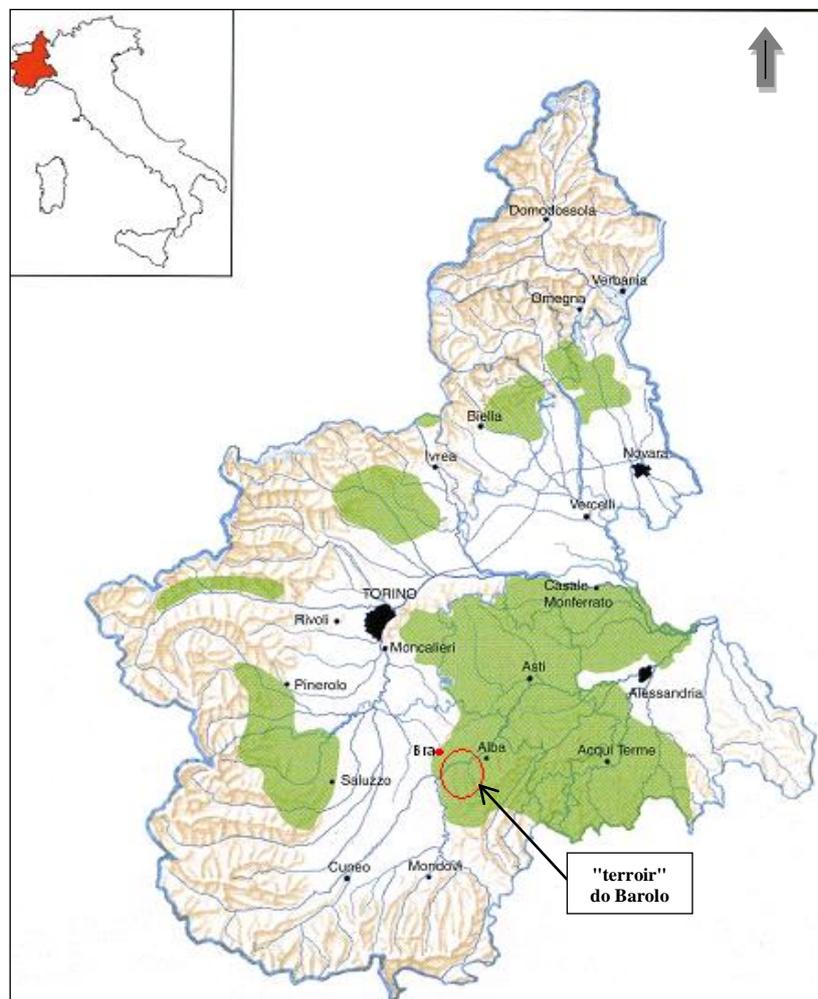


Figura 11- A região do vinho Barolo e a extensão das principais zonas vitícolas (em verde) no Piemonte (Itália)



Figura 12- Vinhedos nas colinas de Langhe (Piemonte) em diversas estações do ano

O Barolo é bastante sensível às oscilações térmicas, por isso requer locais ensolarados e protegidos das geadas e dos dias frios da primavera. Por causa de sua estreita ligação com o clima, na definição do "terroir" vitivinícola do Barolo, é necessário investigar - com precisão - os limites climáticos existentes na colinas de Langhe.



Figura 13- Vinhedos Nebbiolo no "terroir" do vinho Barolo (Piemonte)

Nesse intuito, foram analisados os dados diários de doze estações meteorológicas automáticas, fornecidos pela "A.R.P.A./Piemonte" (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale), com exceção daqueles oriundos das estações de Dogliani e La Morra, pertencentes à rede meteorológica da "Regione Piemonte Direzione Sviluppo dell'Agricoltura Settore Fitosanitario" (Tabela 3).

Tabela 3- Localização, altitude e período de abrangência de estações meteorológicas das colinas de Langhe (Piemonte)

Estação Meteorológica	Altitude (metros)	Coordenada UTM		Abrangência Temporal
		Leste	Norte	
Belvedere	550	418603	4928137	1996-2005
Bra	285	409096	4950597	1993-2005
Dogliani	417	416749	4933728	1999-2005
Feisoglio	770	429551	4933078	1996-2005
La Morra	326	416175	4942352	1996-2005
Mango	425	432530	4951081	1996-2005
Mombarcaro	896	427336	4924499	1990-2005
Prunetto	751	433557	4929030	1996-2005
Rodello	415	424991	4943560	1996-2005
Roddino	500	421386	4936815	1998-2005
Somano	640	422019	4932623	1990-1999
Treiso	376	427326	4947726	1991-2005

Os elementos componentes do clima capazes de influenciar o ciclo vegetativo das videiras e uvas e o tipo do vinho são, principalmente, de acordo com o "Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne" (C.I.V.C., 2001), a temperatura, a precipitação e a radiação solar. Os condicionantes térmicos e pluviométricos da área estudada, considerados seus valores médios anuais, situam-se entre 10°C e 12°C e 650mm e 750mm, respectivamente.

Nos locais onde especificamente a viticultura é praticada o máximo pluvial principal ocorre no outono, enquanto que o máximo secundário dá-se na primavera, ou seja, trata-se do regime conhecido como "subalpino".

Do ponto de vista térmico é preciso salientar que as geadas são as maiores ameaças para os vinhedos, especialmente quando acontecem durante as estações do inverno e da primavera. É importante frisar que, no inverno, as temperaturas mínimas inferiores a 15°C negativos comprometem a colheita e, frequentemente, a sobrevivência do cepo, até mesmo dos vinhedos mais resistentes (A.O.C. CHAMPAGNE, 2001).

Porém, convém mencionar que em nenhuma das doze séries de dados foram encontradas temperaturas mínimas assim tão baixas; a menor de todas (13,8°C negativos) foi registrada em 19/12/1991, na estação de **Mombarcaro** - a mais elevada - situada a 896 metros acima do nível do mar.

Além disso, é preciso distinguir as diversas fases fenológicas da uva Nebbiolo - sobretudo o surgimento e o florescimento dos brotos - para compreender, com maior exatidão, os perigos que as geadas tardias de primavera oferecem aos vinhedos do Barolo. Os brotos das videiras Nebbiolo são precoces e começam a surgir no primeiro decêndio do mês de abril; o florescimento, por antecipação, pode acontecer já no primeiro decêndio do mês de junho.

Assim, as geadas tardias de primavera prejudicam bastante o ciclo produtivo da Nebbiolo, com consequências negativas para suas videiras. Com base nessas informações foi calculado, para as doze estações meteorológicas e os três decêndios de abril, o número médio de "dias de gelo" (temperaturas mínimas inferiores a 0°C), conforme a tabela 4.

Considerando apenas o primeiro decêndio de abril, período em que surgem os brotos precoces, o número de "dias de gelo" oscila de 0°C (**Treiso e La Morra**) a 3,8°C (**Feisoglio**). Considerando, também, que os danos do congelamento nas jovens gemas Nebbiolo, ainda em dormência, podem ocorrer a partir dos 3°C positivos (CREMA, 2003) é importante destacar que no mês de maio, quando existem muitos brotos - embora pequenos -, a ocorrência dessas condições térmicas desfavoráveis dá-se, com baixa frequência, apenas nos pontos mais elevados da área: 0,3 dias em **Feisoglio e Prunetto** e 0,2 dias em **Mombarcaro** (Tabela 4).

Tabela 4- Número médio de "dias de gelo" e de temperaturas inferiores a 3°C em estações meteorológicas das colinas de Langhe (Piemonte)

Estações das colinas de Langhe	Número médio de dias				
	T <0°C ("dias de gelo")				T <3°C
	Abril				
	I decêndio	II decêndio	III decêndio	Soma	Maio
La Morra	0,0	0,7	0,0	0,7	0,0
Treiso	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bra	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0
Mango	0,2	0,4	0,0	0,7	0,0
Dogliani	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0
Rodello	0,5	0,5	0,0	1,0	0,0
Roddino	0,7	0,6	0,0	1,3	0,0
Somano	1,4	1,0	0,2	2,6	0,0
Belvedere	1,5	0,9	0,0	2,4	0,0
Mombarcaro	2,3	1,0	0,0	3,3	0,2
Prunetto	3,1	1,6	0,6	5,4	0,3
Feisoglio	3,8	1,9	0,3	6,0	0,3

Na viticultura a "soma térmica" é uma técnica bastante utilizada, pois permite correlacionar o desenvolvimento fenológico da planta com a potencialidade produtiva do ambiente; seu significado emerge do conceito de que cada vegetal precisa, para alcançar e ultrapassar as diversas fases fenológicas, acumular uma certa quantidade de graus úteis de temperatura (G.D.D. = Growing Degree Days), acima de um certo limiar. Tal limiar é definido como zero de vegetação e indica o valor térmico abaixo do qual a atividade vegetativa cessa (REGIONE PIEMONTE, 2000).

Para a videira, por um lado, admite-se como "temperatura-base" a média de 10°C e, segundo Fribourg & Scarpati (1989), são necessários pelo menos 1000°C de "soma térmica"

(de abril a setembro) para que o seu cultivo tenha sucesso, valor que foi alcançado por todas as estações meteorológicas analisadas, exceto pela de **Mombarcaro**, com meros 754°C ali acumulados, de acordo com a figura 14.

Por outro lado, o índice de Huglin (1978; 1986), que combina os valores de temperatura máxima com os de latitude de cada ponto estudado, também aponta para as baixas temperaturas registradas em **Mombarcaro**. De fato, segundo o zoneamento térmico de Amerine & Winkler (1944), as estações de **Mombarcaro**, **Prunetto**, **Feisoglio** e **Somano**, deveriam estar inseridas na "zona fria", isto é, naquela com "soma térmica" média (na base de 10°C de abril a setembro) com valores inferiores a 1371°C. As estações de **La Morra**, **Treiso**, **Dogliani** e **Mango**, ao invés, deveriam constar da "zona quente", cujos valores são superiores aos 1648°C. As demais estações meteorológicas (**Bra**, **Rodello**, **Roddino** e **Belvedere**), contudo, estariam na "zona temperada-fria", com valores entre 1371°C e 1648°C (Figura 14).

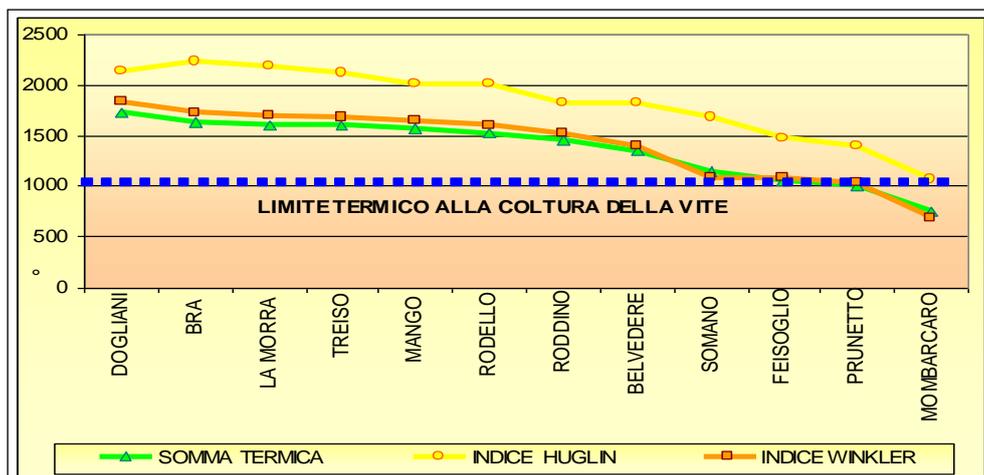


Figura 14- Representação dos índices de "soma térmica", de Huglin (1978; 1986) e de Winkler (1962) de estações meteorológicas das colinas de Langhe (Piemonte)

Com os resultados obtidos na aplicação desses índices a área onde a uva Nebbiolo é cultivada foi delimitada climaticamente. Nela não estão incluídas as estações meteorológicas cujos valores térmicos médios anuais são inferiores a 11°C, nem aquelas situadas em cota superior aos 650 metros acima do nível do mar (FRATIANNI, 2006). No que se refere à pluviometria e à viticultura é importante destacar que os valores de precipitação primaveris superiores aos 300 mm podem promover o aparecimento de pragas e doenças que, por sua vez, atacam e destroem as videiras do "terroir" do Barolo. A estação de **Dogliani**, por exemplo, cuja precipitação média de primavera é superior aos 250 mm, permite supor que o limiar crítico de 300 mm pode ser superado, ao menos um ano ou outro. De fato, uma vez analisadas em detalhe

suas séries pluviométricas primaveris, ficou evidente que durante a primavera dos anos 2000 e 2002 esse limiar foi superado.

Já as chuvas de inverno possuem valor de reserva; entretanto, é conveniente que a água excedente na primavera seja eliminada pois, caso contrário, as raízes das videiras morrem asfixiadas. Um bom patamar para as chuvas de inverno situa-se ao redor dos 300 mm; o limiar mínimo, em torno dos 100 mm. A estação de **Mombarcaro**, por exemplo, apresenta valores de precipitação muito baixos no inverno, por vezes inferiores aos 40 mm, seguida pela estação de **Bra**, com apenas de 80 mm, aproximadamente. Nas demais estações meteorológicas examinadas o limiar mínimo de inverno (100 mm) é superado e as chuvas primaveris não ultrapassam os 300 mm, ou seja, as condições favoráveis ao correto surgimento dos brotos e sucessivo florescimento das videiras estão ali presentes (Figura 15).

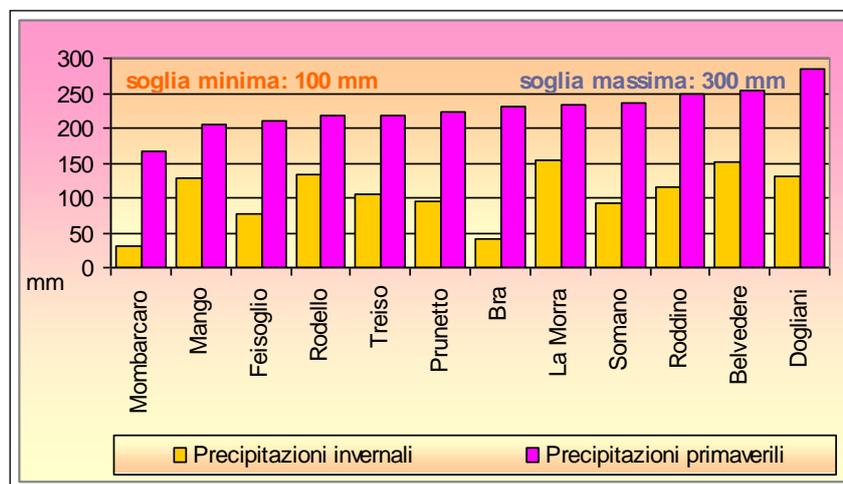


Figura 15- Precipitações médias de inverno e primavera de estações meteorológicas das colinas de Langhe (Piemonte)

Diz-se que a primeira palavra associada ao território piemontês é vinho e, sem dúvida, o sucesso da vitivinicultura depende também do clima. É de conhecimento geral que os conceitos de clima elaborados por Sorre (1943; 1951), Pédelaborde (1954; 1957; 1970; 1991) e Monteiro (1962; 1963; 1964; 1968; 1969; 1971; 1973; 1976; 1991; 1999; 2000) envolvem ideias a respeito da ação conjunta dos elementos meteorológicos, da sucessão habitual dos estados atmosféricos sobre um lugar, da totalidade dos tipos de tempo, das variações do ritmo climático (encadeamento sucessivo e contínuo dos estados da atmosfera e das articulações para o retorno dos mesmos), além de outras (ZAVATTINI; BOIN, 2013; ZAVATTINI, 2015).

É também consensual que a variabilidade é intrínseca ao clima, motivo pelo qual a "análise rítmica" em climatologia (MONTEIRO, 1971) pode ser utilizada no estudo da viticultura, pois as safras vinícolas alternam-se, ora favoráveis à produção do vinho, ora não.

Desse modo, tendo em vista as variações rítmicas do clima, uma sequência ininterrupta de safras de vinhos do Piemonte (período 1987-1996), foi analisada; posteriormente, outra sequência ininterrupta de safras, agora do vinho Barolo (período 1997-2004), também o foi. Cabe observar que a classificação de todas essas safras foi obtida no site www.lavinium.com/italiano/annate.htm e serviu de base para a confecção das tabelas 5 e 6.

Para que uma safra de vinhos seja de boa qualidade é bem provável que ao longo das várias fases fenológicas da videira tenham atuado tipos de tempo habituais, isto é, favoráveis ao seu bom desenvolvimento.

Quando, entretanto, a qualidade da safra revela-se medíocre ou ótima é muito provável que tipos de tempo excepcionais - bastante desfavoráveis ou bem ajustados à fenologia - tenham agido sobre os vinhedos, numa alternância rítmica que acaba por se refletir na qualidade final das mesmas.

Tabela 5- Classificação das safras dos vinhos mais célebres do Piemonte (Itália), no período 1987-1996 (legenda: ☺ = safra medíocre, ☺☺ = safra boa, ☺☺☺ = safra ótima)
(Fonte: www.lavinium.com/italiano/annate.htm)

VINHOS DO PIEMONTE (ITÁLIA)	SAFRAS									
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
BARBARESCO	☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺	☺☺	☺	☺☺	☺☺☺
BAROLO	☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺	☺☺	☺	☺☺☺	☺☺☺
GATTINARA		☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺	☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺☺☺
CAREMA	☺☺	☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺☺		☺☺	
NEBBIOLO ALBA	☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺	☺☺	☺☺	☺☺	
ERBALUCE CALUSO		☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺	☺☺	☺☺	☺☺☺
FAVORITA LANGHE									☺☺	☺☺
BARBERA ALBA		☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺☺
BARBERA ASTI	☺		☺☺☺	☺☺☺	☺☺	☺	☺☺	☺	☺	
BRACHETTO ACQUI		☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺☺	☺☺		☺☺
GAVI CORTESE		☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺	☺☺	☺☺	☺☺
DOLCETTO ALBA		☺☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺☺	☺	☺☺	☺☺
DOLCETTO DOGLIANI		☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺☺	☺	☺☺	☺☺☺
GRIGNOLINO M.TO		☺☺	☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺☺☺
MOSCATO	☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺☺	☺☺	☺☺	☺	☺☺		☺☺

De fato, cada ano é caracterizado por condições meteorológicas diferentes. Basta comparar as safras dos principais vinhos piemonteses, sobretudo as de **1988** e **1992**, para constatar como podem ser completamente diferentes entre si (Tabela 5).

Ainda com base nessa tabela uma análise mais detalhada da produção do Barolo - o mais importante e prestigiado vinho do Piemonte - é capaz de evidenciar, com clareza, que a sucessão de safras desse vinho foi bastante diversificada, alternando-se entre medíocres, boas e ótimas, ao longo do período de **1987** a **1996**.

As dos anos de **1988**, **1989** e **1990**, por exemplo, foram ótimas. Entretanto, no período de **1991** a **1994**, alternaram-se safras boas e medíocres. Já a partir do ano de **1995** as safras voltaram ao patamar de ótimas, nele permanecendo até o ano de **2001**, conforme demonstram as tabelas 5 e 6.

Contudo, no último triênio (**2002** a **2004**), as safras do Barolo foram, respectivamente, medíocre, boa e ótima, em consequência das diversas combinações de tipos de tempo ocorridas nos três últimos anos da série (Tabela 6).

Tabela 6- Classificação das últimas safras do vinho Barolo (Piemonte)
(Legenda: ☺ = safra medíocre, ☺☺ = safra boa, ☺☺☺ = safra ótima)
(Fonte: www.lavinium.com/italiano/annate.htm)

SAFRA	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
BAROLO	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺☺☺	☺	☺☺	☺☺☺

Um outro gráfico bastante apropriado para averiguar se as condições termopluiométricas foram adequadas ou não à viticultura é o diagrama ombrotérmico, que permite detectar a presença de um período seco (BIANCOTTI; FRATIANNI, 2003), muito útil para a videira. Isto porque ela é uma planta xerofila, que necessita de um solo pobre de água, sendo que sobre ele é mais fácil intervir com uma rega adequada, durante o crescimento da videira, o que provoca uma melhora nos teores de açúcar, de ácidos e de outras substâncias que caracterizam seu aroma particular.

Este tipo de gráfico - o diagrama ombrotérmico - por si só é capaz de demonstrar porque a safra do Barolo em **2002** foi medíocre, já que demonstra a existência de valores elevados de precipitação em todos os meses desse ano, ou seja, a inexistência de uma estação seca, bem detectável - ao invés - nos verões dos anos de **2003** e de **2004**, fatos que a figura 16 ilustra com a devida precisão.

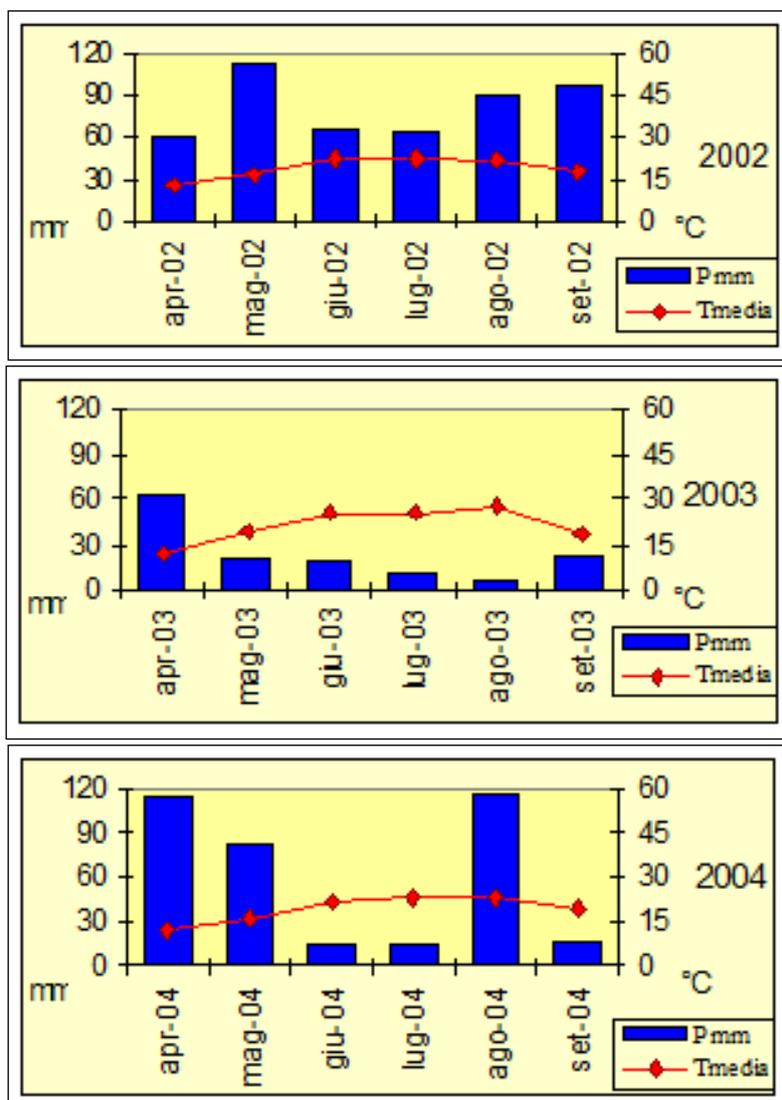


Figura 16- Diagramas ombrotérmicos da localidade de **Bra** (Piemonte) para as estações de primavera-verão (meses de abril a setembro) do triênio 2002-2004

No intuito de compreender, mais detalhadamente, essas três últimas safras do Barolo foi desenvolvida uma análise climatológica diária do ritmo de andamento dos elementos chuva, temperatura, radiação solar global e umidade relativa, no decorrer da primavera-verão do triênio 2002-2004, associada - evidentemente - à análise de cartas sinóticas do tempo (MONTEIRO, 1962; 1963; 1964; 1968; 1969; 1971; 1973).

Nessa fase da pesquisa foram utilizados os dados registrados pela estação de **Bra**, situada em pleno "terroir" do vinho Barolo, que é a mais completa e representativa de toda a área de estudo. De fato, é a única estação meteorológica a possuir uma boa disponibilidade de dados de pressão atmosférica, precipitação, temperaturas máxima e mínima, intensidade e direção do vento, radiação solar global e umidade relativa.

Previsivelmente, como já havia sido apontado pelos gráficos dos diagramas ombrotérmicos (Figura 16), o andamento climático no transcurso das três últimas safras do Barolo foi bem variado, com características próprias em cada uma delas (Figura 17).

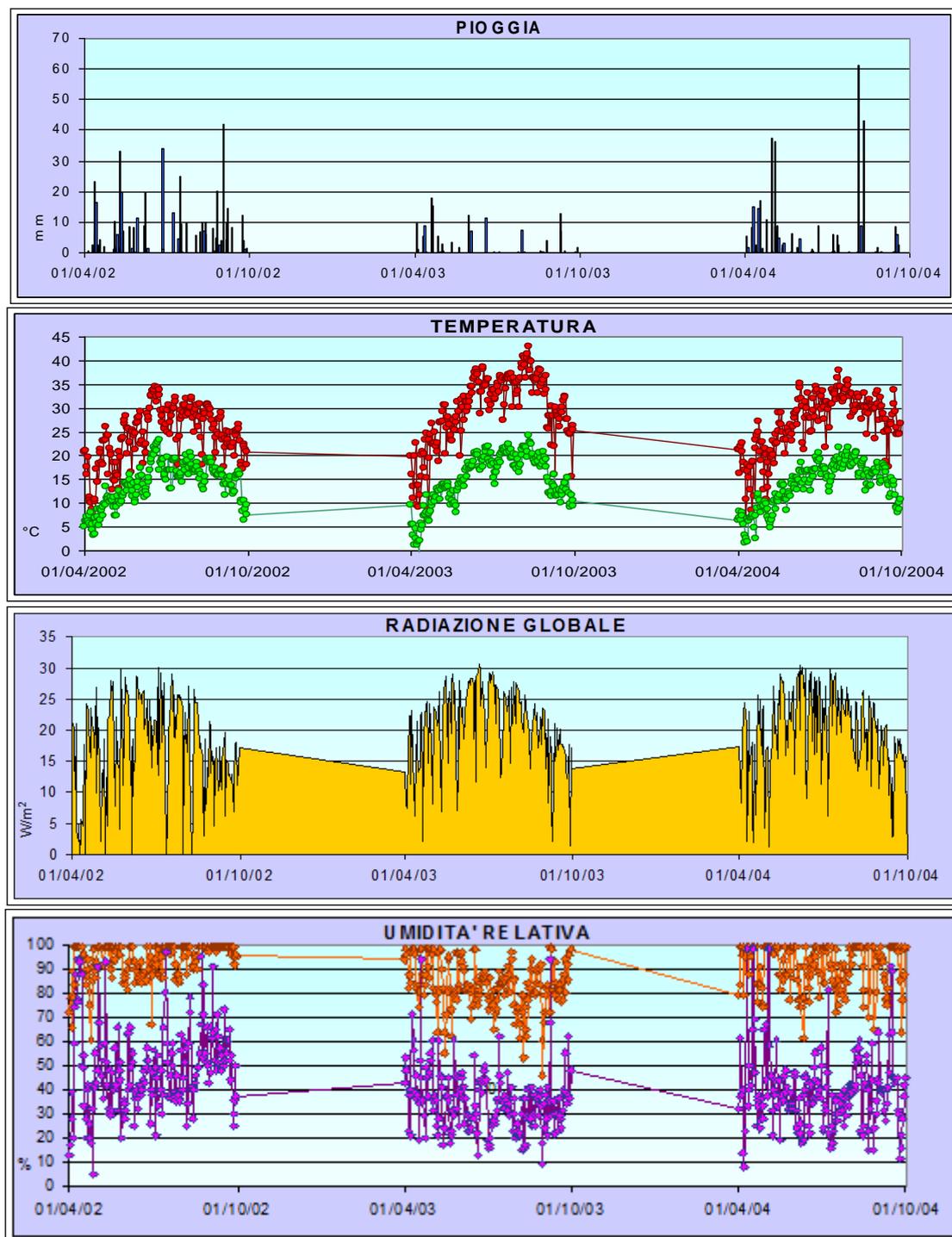


Figura 17 - Ritmo diário do andamento da chuva, temperatura, radiação solar e umidade relativa em Bra ("terroir" do Barolo), na primavera-verão do triênio 2002-2004

Na **primavera-verão do ano de 2002** as precipitações foram abundantes e regulares durante todo o período vegetativo das videiras, desde abril até setembro, com muita nebulosidade e umidade relativa elevada. Além disso, as temperaturas máximas, sempre

inferiores aos 35°C, promoveram baixa amplitude térmica diária. Já no transcurso da **primavera-verão do ano de 2003** houve baixa pluviosidade, alta radiação solar global, elevada amplitude térmica diária e baixa umidade relativa do ar. Os valores de temperatura máxima, nos meses de julho e agosto, frequentemente ultrapassaram os 35°C, ao passo que no mês de abril foi registrado um "dia de gelo" e vários dias com temperaturas mínimas abaixo dos 3°C. Ao longo da **primavera-verão de 2004**, ao invés, verificou-se um andamento térmico e hídrico mais regular, com poucos dias nos quais a temperatura máxima ultrapassou os 35°C. Em compensação, as precipitações foram abundantes, embora concentradas em apenas alguns períodos ((Figura 17).

A análise das cartas isobáricas diárias, efetivada conjuntamente ao andamento rítmico diário dos principais elementos do clima, permitiu a individualização de todos os sistemas atmosféricos (MENNELLA, 1967) atuantes no "terroir" do Barolo, ao longo de suas três últimas safras (**2002-2004**).

A figura 18, a seguir, composta por cartas do tempo (superfície e altitude) do dia 10 de agosto de 2003, exemplifica a presença de uma massa de ar tropical marítima sobre o Piemonte. A ação dessa massa de ar tropical marítima sobre a localidade de **Bra**, no "terroir" do Barolo, fez a temperatura máxima alcançar os 43°C.

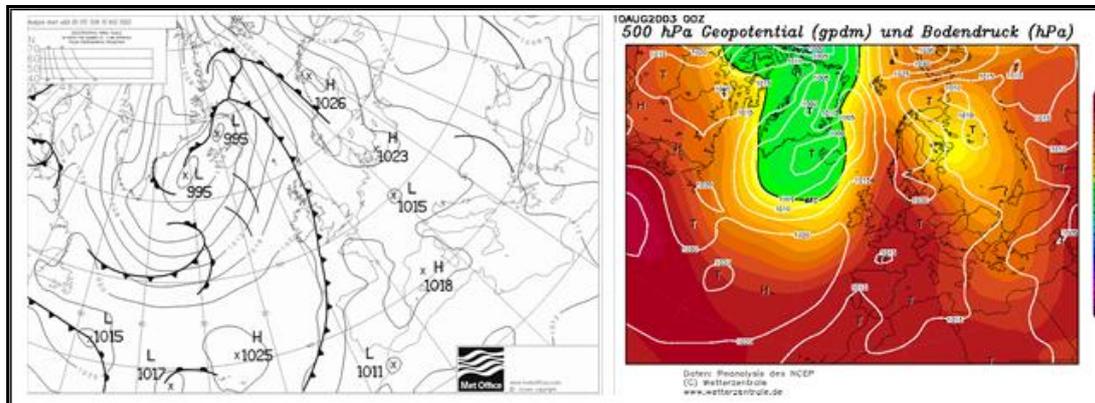


Figura 18- Cartas isobáricas de superfície (nível do mar) e altitude (500hPa), do dia 10 de agosto de 2003 (horário 00Z), confeccionadas para a Europa Centro-Occidental

Após a individualização das massas de ar e dos mecanismos frontológicos que agiram sobre o Piemonte ao longo das estações de **primavera-verão** do triênio **2002-2004**, principalmente sobre o "terroir" do Barolo e, em particular, sobre a localidade de **Bra**, foram então calculadas as respectivas frequências dos sistemas atmosféricos, com as quais foram confeccionados os gráficos representados pela figura 19, apresentada logo mais adiante.

Confrontando os resultados sazonais gerais, obtidos para as três safras do Barolo, emerge uma aparente semelhança, sobretudo entre as de **2002** e **2004**, ou seja, a safra medíocre

e a ótima. De fato, a frequência da massa de ar tropical continental é muito parecida (27,8% em 2002 e 23,8% em 2004), assim como a da massa de ar tropical marítima (13,5% em 2002 e 16,7 em 2004). Até mesmo a ação das linhas de instabilidade atmosférica tende, praticamente, a coincidir nas duas safras (18,5% em 2002 e 19,1% em 2004).

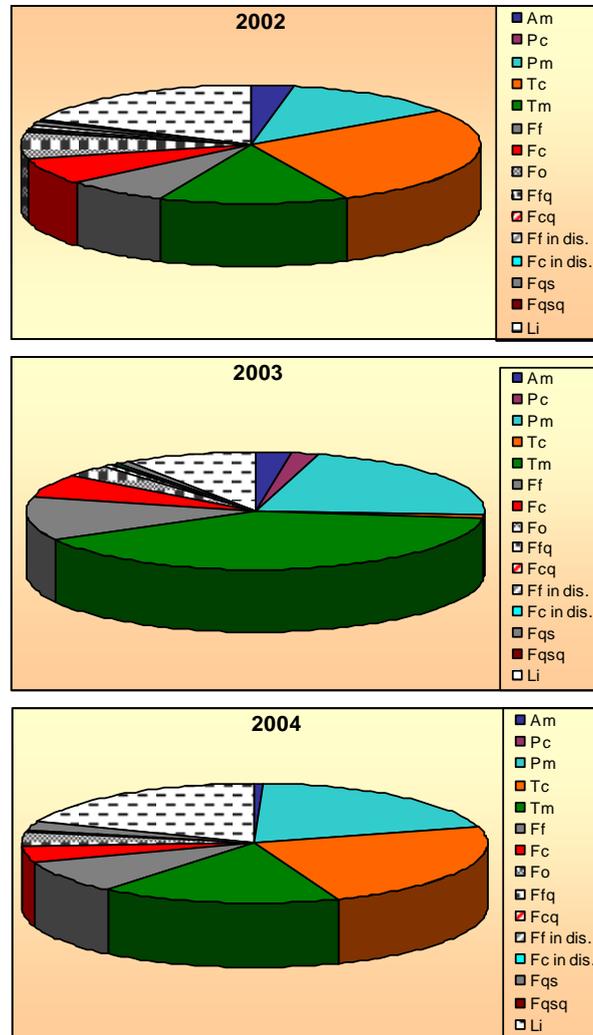


Figura 19 - Massas de ar e frontogênese no "terroir" do Barolo (estação de Bra), de abril a setembro do triênio 2002-2004. Legenda: **Am** = Ártica marítima, **Pc** = Polar continental, **Pm** = Polar marítima, **Tc** = Tropical continental, **Tm** = Tropical marítima, **Ff** = Frente fria, **Fc** = Frente quente, **Fo** = Frente oclusa, **Ffq** = Frente fria em altitude, **Fcq** = Frente quente em altitude, **Ff in dis.** = Frente fria em dissipação, **Fc in dis.** = Frente quente em dissipação, **Fqs** = Frente quase estacionária, **Fqsq** = Frente quase estacionária em altitude, **Li** = Linha de instabilidade

Porém, uma análise mais aprofundada - no nível diário - envolvendo a ação dos tipos de tempo ao longo das principais fases fenológicas das videiras Nebbiolo, revelou detalhes do ritmo climático no triênio em estudo e possibilitou o entendimento da diferença de qualidade do vinho Barolo entre as safras subsequentes de 2002, 2003 e 2004. Entretanto, para não

transgredir as normas editoriais deste periódico, aqui serão apresentadas apenas mais duas figuras (as de nºs 20 e 21), além de um breve resumo dessa última etapa do trabalho.

Em **abril de 2002** a forte ação frontogenética causou constante nebulosidade e, conseqüentemente, uma baixa amplitude térmica; além disso, exatamente no **primeiro decêndio de abril**, houve atuação da massa de ar ártica marítima, que causou "dias de gelo" durante a fase de aparecimento dos brotos. No mês de **abril de 2003**, além do advento da massa de ar ártica marítima, houve também a ação da massa de ar polar continental, portadora de frio intenso, com conseqüentes geadas primaveris, danosas ao cultivo das videiras Nebbiolo. Já em **abril de 2004** os episódios de frontogênese foram bastante limitados e, ao invés da ação de massas de ar frias, verificou-se a ação - quente e benéfica - da massa de ar tropical marítima (Figura 20).

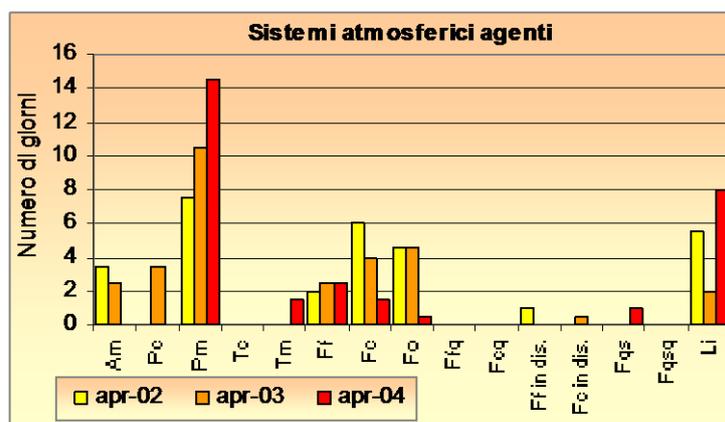


Figura 20- Número de dias de atuação dos sistemas atmosféricos no mês de **abril (triênio 2002-2004)** sobre o "terroir" do Barolo (**estação de Bra**). Legenda: **Am** = Ártica marítima, **Pc** = Polar continental, **Pm** = Polar marítima, **Tc** = Tropical continental, **Tm** = Tropical marítima, **Ff** = Frente fria, **Fc** = Frente quente, **Fo** = Frente oclusa, **Ffq** = Frente fria em altitude, **Fcq** = Frente quente em altitude, **Ff in dis** = Frente fria em dissipação, **Fc in dis** = Frente quente em dissipação, **Fqs** = Frente quase estacionária, **Fqsq** = Frente quase estacionária em altitude, **Li** = Linha de instabilidade

Nos últimos dias do mês de **maio de 2002**, pouco antes do florescimento dos brotos, foram registrados muitos episódios de instabilidade atmosférica e de frontogênese, geralmente associados a frentes quentes, que provocaram tempestades de granizo sobre os vinhedos.

Em **agosto de 2002** a frontogênese, já presente nos dois meses de verão precedentes, prolongou-se gerando precipitações constantes, que causaram a excessiva lixiviação do terreno, e fortíssima umidade do ar, ambas danosas às videiras, provocando o aparecimento de doenças e parasitas. Diferentemente, no início do mês de **agosto de 2004** ocorreram apenas dois episódios de chuva, concentrados e próximos um do outro, que permitiram a fixação do nitrogênio no solo e, conseqüentemente, maior mineralização e melhor desenvolvimento fenológico das videiras Nebbiolo. Durante o mês de **setembro** dos anos de **2002 e 2003** atuaram

as massas de ar marítimas - ártica e polar - ao passo que em **abril de 2004** houve predomínio da massa de ar tropical marítima, que provocou o aumento da radiação solar e da temperatura e, por consequência, um efeito benéfico sobre a maturação das videiras (Figura 21).

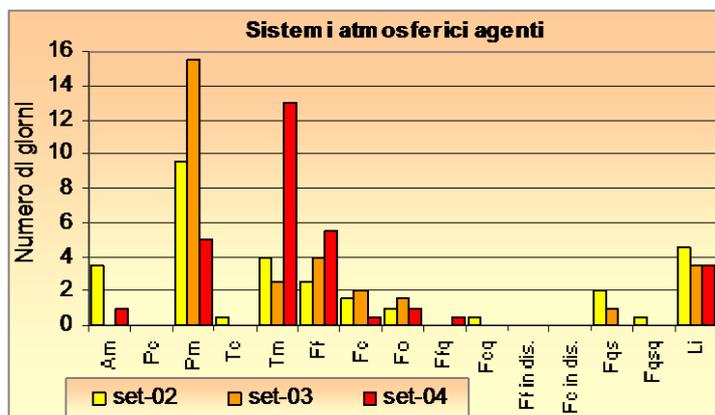


Figura 21- Número de dias de atuação dos sistemas atmosféricos no mês de **setembro (triênio 2002-2004)** sobre o "terroir" do Barolo (**estação de Bra**). Legenda: **Am** = Ártica marítima, **Pc** = Polar continental, **Pm** = Polar marítima, **Tc** = Tropical continental, **Tm** = Tropical marítima, **Ff** = Frente fria, **Fc** = Frente quente, **Fo** = Frente oclusa, **Ffq** = Frente fria em altitude, **Fcq** = Frente quente em altitude, **Ff in dis** = Frente fria em dissipação, **Fc in dis** = Frente quente em dissipação, **Fqs** = Frente quase estacionária, **Fqsq** = Frente quase estacionária em altitude, **Li** = Linha de instabilidade

Em síntese, quando o ciclo da viticultura é influenciado por tipos de tempo chuvosos e baixas temperaturas (**safra 2002**), o acúmulo de aminoácidos e nitrogênio nos cachos e, conseqüentemente, no mosto, será prejudicado por causa da reduzida disponibilidade de nitrogênio no solo, provocada pelas perdas por lixiviação (SOZZANI, 2005). Analogamente, tipos de tempo com temperaturas elevadas e ausência de chuvas (**safra 2003**) trazem uma lenta mineralização e, portanto, poucos minerais disponíveis à absorção das raízes, o que causa baixo rendimento, alto teor de açúcar, problemas de supermaturação e poucas substâncias nitrogenadas no mosto. **A primavera e o verão de 2004**, finalmente, caracterizaram-se por tipos de tempo mais adequados à viticultura, com uma boa disponibilidade hídrica, que permitiu maior absorção do nitrogênio e, conseqüentemente, maior produção agrícola, inclusive pelo fato do solo ter permanecido fértil, pois os acúmulos remanescentes do período anterior não foram usados, visto que a carência de umidade prolongou-se por todo o período fenológico da **safra de 2003**.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que as variações do ritmo climático no Piemonte e os tipos de tempo a elas associados favorecem a definição do "terroir" vitivinícola do Barolo, bem como a compreensão da diferença de qualidade entre as safras desse tão famoso e apreciado vinho italiano.

REFERÊNCIAS

AMERINE, M.; WINKLER, A. **Composition and quality of musts and wines of California grapes**. University of California, Hilgardia, v.15, 1944, p.493–675.

A.O.C. CHAMPAGNE. **Viticulture raisonnée**. C.I.V.C., Epernay, 2001, 208p.

BIANCOTTI, A.; FRATIANNI, S. **Local climatic variations into the vineyard of La Morra (Langhe's Hills, Piedmont-Italy)**. Working group on terroirs viticoles, World in progress, B.E.M., 2003, p.103-108.

COMITÉ INTERPROFESSIONNEL DU VIN DE CHAMPAGNE. **Viticulture raisonnée. Guide pratique**. C.I.V.C., Epernay, 2001.

CREMA, G. **L'acqua e la vite**. Working group on terroirs viticoles. World in progress, B.E.M., 2003, p.95-102.

FRATIANNI, S. **La connaissance des climats locaux pour la définition du terroir dans les vignobles des collines des Langhe (Piémont-Italie)**. Actes du XIXe Colloque International de Climatologie, Epernay, 2006, p.261-266.

FRATIANNI, S.; MOTTA, L. **Andamento climatico dell'Alta Valle Susa negli anni 1990 - 1999**. Collana studi climatologici in Piemonte. Regione Piemonte e Università degli studi di Torino, 2002. 91p.

FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. **I Tipi di Tempo e la Coltivazione Vitivinicola in Piemonte: il terroir del Barolo**. In: Paesaggi, Terroirs e I Paesaggi del Vino, 2006, Perugia - Itália, Paesaggi, Terroirs e I Paesaggi del Vino, Perugia, Itália, Università degli Studi di Perugia, 2006, v.1, p.147-157.

FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. **Neige, tourisme et types de temps dans la Vallée de Susa (Alpes Cottienes, Italie)**. In: XX Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 2007, Túnis, Actes du XX Colloque Internationale de Climatologie, Túnis (Tunísia), AIC-Université de Tunis, 2007, v.1, CD-ROM.

FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. **Il Contributo della Climatologia Dinamica all'analisi nivometrica e risvolti turistici in Val di Susa**. Memorie della Società Geografica Italiana, Roma, 2009, v. 87, p. 319-332.

FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. **Précipitations Neigeuses, Types de Temps et Sports dans la Vallée de Susa (Italie): l'approfondissement de la relation entre climat et tourisme d'hiver**. In: XXIVème Colloque International - Climat Montagnard et Risques, 2011, Rovereto (TN) - Itália, Actes du Colloque, Ferrara, Itália, Università di Ferrara-AIC, 2011, v.1, p.273-277.

FRIBOURG, G.; SCARPATI, C. **La dégustation. Connaître et comprendre le vin**. EDISUD, Suze-la-Rousse, 1989, 261p.

HUGLIN, P. **Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole**. In: Symposium International sur l'Écologie de la Vigne, I, Constança, Ministère de l'Agriculture et de l'Industrie Alimentaire, Roumanie, 1978, p.89-98.

HUGLIN, P. **Biologie et écologie de la vigne**. Payot ed., 1986.

- MENNELLA, C. **Il clima d'Italia**. Editrice EDART, Torino, 1967, vol. I, 718p.
- MONTEIRO, C.A.F. **Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional)**. Revista Geográfica, v.31, Rio de Janeiro, 1962, p.29-44.
- MONTEIRO, C.A.F. **Sobre a análise geográfica de seqüências de cartas de tempo (pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia)**. Revista Geográfica, v. 32, Rio de Janeiro, 1963, p.169-179.
- MONTEIRO, C.A.F. **Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática**. Revista Geográfica, v. 33, Rio de Janeiro, 1964, p.59-69.
- MONTEIRO, C.A.F. **Clima**. Geografia do Brasil, Grande Região Sul, 2. ed. IBGE, Rio de Janeiro, 1968, v.IV, tomo I, p.114-166.
- MONTEIRO, C.A.F. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil (contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil)**. USP, São Paulo, 1969, 68p.
- MONTEIRO, C.A.F. **Análise Rítmica em Climatologia**. Climatologia 1. USP, São Paulo, 1971, 21p.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. USP, São Paulo, 1973.
- MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e clima urbano**. USP, São Paulo, 1976, 181p.
- MONTEIRO, C.A.F. **Clima e Excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Editora da UFSC, Florianópolis, 1991, 241p.
- MONTEIRO, C.A.F. **O Estudo Geográfico do Clima**. Cadernos Geográficos 1. UFSC, Florianópolis, 1999, 72p.
- MONTEIRO, C.A.F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**. UNESP/AGETEO, Rio Claro, 2000, CD-ROM.
- PACE, F. **Masse d'Aria e Fronti**. In: Scienze della Terra. CittàStudiEdizioni, Torino, 2002, p.101-110.
- PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. C.D.U, Paris, 1954.
- PÉDELABORDE, P. **Le climat du Bassin Parisien**. Éditions Génin, Paris, 1957, 539p. + 116pl.
- PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. SEDES, Paris, 1970, 246p.
- PÉDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. SEDES, Paris, 1991, 352p.
- PÉGUY, Ch.P. **Précis de Climatologie**. Masson & Cie Éditeurs, Paris, 1970, 468p.

REGIONE PIEMONTE. **Barolo**. Quaderni della Regione Piemonte-Agricoltura, Supplemento n° 24, Torino, 2000, 191p.

SORRE, M. **Les fondements biologiques de la géographie humaine**. Paris, 1943.

SORRE, M. **Les fondements de la Géographie Humaine. Les fondements biologiques. Le climat**. Libr. Armand Colin, Paris, 1951, p.13-43.

SOZZANI, F. **Azoto: influenze su uva, mosto e vino**. Edizioni VitEn, 2005, p.112-113.

WINKLER, A. **General viticulture**. University of California, 1962.

ZAVATTINI, J.A. **Atmospheric Dynamics and Rhythmic Analysis: the contribution of Brazilian Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro to the France of Pédélaborde and to the Italy of Pinna**. In: MONTEIRO, C.A.F. (org), *The Construction of Geographical Climatology in Brasil*, Alínea Editora, Campinas, 2015, p.143-167.

ZAVATTINI, J.A.; BOIN, M.N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Alínea Editora, Campinas, 2013, 151p.