

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA “ELISEU MACIEL”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AGROINDUSTRIAL



DISSERTAÇÃO

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, SENSORIAL E APTIDÃO PARA
DESIDRATAÇÃO DE CEBOLAS (*Allium cepa* L.) ADAPTADAS NO
SUL DO BRASIL**

ANA PAULA PEREIRA SCHÜNEMANN

Pelotas, 2006

ANA PAULA PEREIRA SCHÜNEMANN

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, SENSORIAL E APTIDÃO PARA
DESIDRATAÇÃO DE CEBOLAS (*Allium cepa* L.) ADAPTADAS NO
SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências.

Orientador: João Luiz Vendruscolo

Pelotas, 2006.

Banca examinadora:

Dr. Pedro Luis Antunes (UFPEL – FAEM – DCTA)

Dr. Valdecir Ferri (UFPEL – FAEM – DCTA)

Dra. Leonor Almeida Soares (FURG - DQ)

Aos meus pais Zaira e Breno e irmão Leandro
Por todo o amor que me oferecem, permitindo-
me ultrapassar barreiras, medos e dúvidas.

Por serem minha “retaguarda oculta”.

Obrigada por tudo o que fizeram por mim, e por
acreditarem em meus sonhos.

- A vocês dedico este trabalho-

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, Dr. João Luiz Vendruscolo, não apenas por ter concedido, a mim, a oportunidade de desenvolver este trabalho em seu laboratório, mas principalmente, pela atenção criteriosa, convivência produtiva, confiança, pelos conselhos valiosos, ensinamentos que certamente procurarei transmiti-los. A ti, meu profundo respeito, admiração e amizade.

A minha grande amiga Jussara Xavier, presente comigo em todos os momentos, contagiando o laboratório de alegria, “alimentando-me” de atenção e carinho. A você, que é uma pessoa iluminada, minha gratidão e carinho!

A M.Sc. Rosa de Oliveira Treptow, um exemplo de amor ao trabalho, pela amizade, orientação, apoio e incentivo durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao meu namorado Felipe pelo amor, confiança, compreensão e estímulo que sempre dispôs ao longo deste tempo.

As estagiárias Elisane e Daiane, que contribuíram de forma fundamental na execução do trabalho.

À equipe do Laboratório de Tecnologia e Pós-colheita de Alimentos, Núbia, Letícia, Fernando, em especial, aos amigos Roberta, Carol, Beti, Ana, Renato, pelo auxílio, amizade, troca de experiência, conhecimento, pela convivência prazerosa. A vocês, que fazem parte desta conquista, o meu carinho.

Ao Ricardo Toralles que teve grande participação no meu ingresso no curso de mestrado, agradeço pelo aprendizado e incentivo.

Ao Ricardo Sainz, que sempre acreditou em meu potencial, pela atenção que sempre dispôs quando se fez necessária.

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-graduação em Tecnologia Agroindustrial.

A Embrapa Clima Temperado, por disponibilizar recursos humanos e infra-estruturais de qualidade, imprescindíveis à realização do presente trabalho.

Aos docentes do mestrado, especialmente ao Dr. Germano Jorge Soares, pela ajuda e confiança.

À amiga Juliana que se disponibilizou a ajudar-me, talvez, no momento em que mais precisei de incentivo e apoio. Obrigada pela solidariedade! Não esquecerei o que fez por mim.

A pesquisadora da Embrapa Clima Temperado Daniela Lopes Leite pelo fornecimento da matéria-prima, pelas contribuições e sugestões oportunas.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, auxiliaram para que este trabalho fosse realizado, os meus profundos sentimentos de gratidão e respeito.

*“Bendito seja todos os amigos que acreditam
na tua verdade e te apontam a realidade.
Porque amigo é a direção. É a base quando
falta o chão. Bendito sejam todos os amigos
de raízes, verdadeiros”.*
-Machado de Assis-

*“Todos nós homens e mulheres temos uma
capacidade realmente insondável...
E o grande motor da fé em nós mesmos não
conhece fronteiras...
Amor, inteligência e tenacidade são como
sucesso, forças que podem se tornar infinitas
se soubermos nutri-las com idéias e
sentimentos precisos e verdadeiros.”*

-OG Mandino-

*“O que quer que possa fazer, ou sonhe
em fazer, comece-o.
Existe algo de genialidade, de poder e
de magia na coragem.”*

- GOETHE-

RESUMO

Caracterização química, sensorial e aptidão para desidratação de cebolas (*Allium cepa* L.) adaptadas no Sul do Brasil. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Pelotas.

No Brasil, a cebola (*Allium cepa* L.) foi uma das hortaliças que não mostrou níveis de inovação muito acentuados em termos de diversificação visando a finalidade de uso. Portanto, este mercado, constitui uma oportunidade pouco explorada e que demanda a ação de pesquisa na área de melhoramento para obter cultivares que atendam tanto o mercado “in natura” quanto o mercado de processados. A presente pesquisa teve o objetivo de verificar, com base em características químicas e análise sensorial, como se agrupam os genótipos de cebola provenientes do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa e cultivares comerciais, e verificar a influência dos fatores genético e ambiental na matéria-prima e na qualidade do produto desidratado. Os genótipos foram analisados em dois locais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, quanto aos parâmetros químicos e pungência sensorial, que usualmente são relatados na literatura como determinantes da qualidade para desidratação. As seleções e cultivares em estudo apresentaram variação significativa para as características avaliadas e também entre os locais de plantio, confirmando, dessa forma, que os fatores genético e ambiental influem consideravelmente na caracterização química e sensorial de cada material e, conseqüentemente, na qualidade final do produto desidratado. Pela análise dos componentes principais, pode-se verificar que os caracteres que mais influenciaram nos agrupamentos dos genótipos de cebola foram: sólidos solúveis totais, sólidos totais, açúcares não-redutores e totais, e pungência química. A classificação das cebolas estudadas ficou entre as escalas de pungência intermediária e fraca. Obteve-se uma alta correlação entre a análise química e sensorial de pungência tanto para os genótipos de cebola fresca ($r=0,92$) quanto para as cebolas desidratadas ($r=0,98$).

Palavras chave: Pungência. Desidratação. Correlação. Componentes principais. Agrupamentos

ABSTRACT

SCHÜNEMANN, Ana Paula P. **Sensorial, chemical characterization and their ability to dehydration of onions (*Allium cepa* L.) adapted in the South of Brazil.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Pelotas.

In Brazil, onion (*Allium cepa* L.) was one of the great vegetables that haven't shown high innovation levels related to diversification with the aim of using. Therefore, this market, is an opportunity little explored which asks a research action in the improvement area to obtain cultivars that reach the “*in natura*” market and the processed products market. This work had the aim of verifying, based on chemical characteristics and sensorial analysis, how the onion genotypes of onion coming from the Genetic Improvement Program of Embrapa and commercial cultivars get together, and verifying the genetic and environmental factors influence of the materials in the de-hydrated product quality. The genotypes were analysed in two different places, Rio Grande do Sul and Santa Catarina, related to chemicals standards sensorial pungency, that usually are reported in the literature as determinant in the dehydration quality. The selections and cultivars studied have shown a significant variation to the characteristics evaluated and also to the planting places, confirming, in this way, that the genetic and environmental factors have an influence in the chemical and sensorial characterization of each material, and consequently, in the final quality of the dehydrated product. By the analysis of the main compounds it is possible to verify that the characters that have high influence in the genotypes grouping process of onion were: total soluble solids, total solids, non-reductor and total sugars and chemical pungency. The classification of the onions studied was between low and intermediate pungency. It was obtained a high correlation between the chemical and sensorial analysis of pungency of the genotypes of fresh ($r=0,92$) and dehydrated ($r=0,98$) onions.

Key words: Pungency. Dehydration. Correlation. Main compounds. Grouping.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Área, produção e produtividade média da cebola nos principais países produtores, 2004.....	19
Tabela 2	Área, produção e produtividade da cebola nos principais Estados produtores, 2004.	20
Tabela 3	Cultivares de cebola disponíveis para plantio no Brasil.	22
Tabela 4	Composição química do bulbo de cebola <i>in natura</i> maduro.	23
Tabela 5	Médias para as características químicas e pungência sensorial de genótipos de cebola cultivados em Santa Catarina.....	43
Tabela 6	Médias dos genótipos de cebola, cultivados em Santa Catarina, para açúcares totais, redutores e não-redutores.	47
Tabela 7	Estimativas das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas através da análise de componentes principais considerando os 18 genótipos de cebola, cultivados em Santa Catarina, e 9 caracteres químicos.	49
Tabela 8	Correlações entre as características químicas, físico-químicas e sensorial dos genótipos de cebola, cultivados Santa Catarina.....	52
Tabela 9	Perda de pungência, pungência sensorial e cor dos genótipos de cebola desidratados.	53

Tabela 10	Correlações entre sólidos solúveis totais, açúcares e coloração Hunter 'L', 'a', 'b' e °Hue.	56
Tabela 11	Médias para as características químicas e pungência sensorial de genótipos de cebola cultivados no RS.	57
Tabela 12	Médias dos genótipos de cebola para açúcares totais, redutores e não-redutores cultivados no RS.	58
Tabela 13	Estimativas das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas através da análise de componentes principais considerando os 10 genótipos de cebola, cultivados no RS, e 9 caracteres químicos.	59
Tabela 14	Correlações entre as características químicas dos genótipos de cebola cultivados no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Transformação do PRENCSO (1-propenil-L-cisteína sulfóxido) em ácido 1-propenilsulfênico	24
Figura 2	Transformação do ácido 1-propenilsulfênico em propanotial-S-óxido e tiosulfonato.....	25
Figura 3	Produção de ácido sulfúrico e outros produtos que provocam a irritação do globo ocular.....	25
Figura 4	Genótipos de cebola <i>in natura</i>	34
Figura 5	Esquema de secador tipo cabine com circulação de ar.	35
Figura 6	Coordenadas do Sistema CIELAB 1976 no plano.....	38
Figura 7	Fluxograma do processo de secagem dos bulbos de genótipos de Cebola	40
Figura 8	Dendograma e distância euclidiana média dos genótipos de cebola, cultivados em Santa Catarina, para as características químicas.....	50
Figura 9	Representação gráfica de valores de L, a e b obtidos em colorímetro de Hunter de 15 genótipos de cebola cultivados em Santa Catarina.	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Hipótese	17
1.2 Objetivos	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Taxonomia e histórico	18
2.2 Produção de cebola	19
2.3 Cultivares	20
2.4 Composição química da cebola	22
2.4.1 Pungência	24
2.4.2 Sólidos totais	27
2.4.2.1 Sólidos solúveis totais e açúcares.....	27
2.4.3 Cor	28
2.4.4 Análise sensorial	28
2.5 Processamento de cebolas	30
2.5.1 Desidratação	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Genótipos	33
3.1.1 Preparo das amostras	35
3.2 Determinações químicas	36
3.2.1 Determinação da Pungência	36
3.2.2 Sólidos solúveis.....	36
3.2.3 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	36
3.2.4 Sólidos totais	37
3.2.5 Sólidos solúveis.....	37
3.2.6 Acidez.....	37

3.2.7 Cor.....	37
3.3 Pungência Sensorial	39
3.4 Desidratação	40
3.5 Análise estatística	41
 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	 42
4.1 Análises químicas e pungência sensorial dos genótipos de cebola frescas cultivados em Santa Catarina	 42
4.2 Análise de agrupamento dos genótipos cultivados em Santa Catarina.....	48
4.3 Correlações lineares simples dos genótipos frescos.....	51
4.4 Análises químicas e sensorial dos genótipos desidratados	52
4.5 Correlações lineares entre os genótipos frescos e desidratados	55
4.6 Determinação química e pungência sensorial de bulbos de genótipos de cebola cultivados no Rio Grande do Sul	 56
4.7 Análise de agrupamento dos genótipos cultivados no Rio Grande do Sul	 59
4.8 Comparação dos resultados entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul	 61
 CONCLUSÕES	 65
 REFERÊNCIAS.....	 67
 APÊNDICES.....	 73

1 INTRODUÇÃO

O consumo de produtos processados de cebola em forma de pasta, purês, catchup, etc, apresentou tendência de aumento no Brasil ao final da década de 1990 e início do século 21. Entretanto, industrialização ainda é pouco praticada no País, e tem sido limitada quase que exclusivamente pela indisponibilidade de cultivares adequadas para esta finalidade. De acordo com Vilela et al. (2005), atualmente, o consumo médio de cebola no Brasil situa-se próximo a 85 mil t/mês.

Percebe-se clara avidez por tecnologias para produção de cultivares de cebola menos pungentes (tipos doces ou suaves), mais adequadas para consumo fresco em saladas e tipos mais apropriados para a industrialização (flocos, pó) (VILELA et al., 2005). Portanto, revelam-se oportunidades pouco exploradas e que demandam ações de pesquisa na área de melhoramento para obtenção de diferentes cultivares para atender o mercado interno e de exportação de produtos processados. Deve-se ressaltar que a pouca atratividade devido à coloração escura e à falta de um padrão de qualidade não permitiram o desenvolvimento do mercado de desidratados.

A utilização de cebola processada é feita principalmente por empresas que fabricam produtos desidratados, como sopas instantâneas, caldos, preparações básicas, condimentos, molhos e na indústria de carnes e enlatados.

Nos EUA, grande parte da produção de cebolas tem sido industrializada nas formas: cozida, congelada, desidratada (pó, flocos), bulbos enlatados (conservas) e desidratada à frio (*freeze dried*) (LUCIER, 1998). No Brasil, a industrialização da cebola ainda é pouco praticada; há pequena produção de cebola desidratada, na forma de pó ou flocos e como conserva (SOUZA E RESENDE, 2002 apud CHAGAS et al., 2004).

As cebolas desidratadas, na forma de flocos ou em pó, possuem uma extensa demanda em diversas partes do mundo como, por exemplo, no Reino Unido, no Japão, na Rússia, na Alemanha, na Holanda, na Espanha, etc.

Um importante critério na determinação da qualidade de cebola e de seus produtos baseia-se em seus atributos sensoriais, principalmente a pungência, que varia desde muito suave a extremamente pungente. Determinações químicas para a verificação de pungência são vistas como um método satisfatório para o controle de qualidade em que as características de cultivar de cebola devem ser estabelecidas, mas, complementarmente, deveria ser realizada a avaliação sensorial.

As cultivares de cebola utilizadas para desidratação devem ser brancas, ter elevado teor de sólidos solúveis, alta pungência e apresentarem odor intenso. Esta alta pungência resulta em baixa aceitabilidade para o consumo na forma crua. Atualmente, existe uma tendência crescente à diversificação e segmentação do mercado mundial de cebola, para o consumo de cebola *in natura* suave, nos principais mercados de produtos hortifrutícolas do mundo.

As pesquisas têm demonstrado que, para a obtenção de características genotípicas desejáveis, altos rendimentos e boa conservação durante o armazenamento, é necessário que as cultivares sejam desenvolvidas na própria região de produção, já que as condições climáticas e de cultivo influenciam consideravelmente a composição química em cultivares individuais.

Percebe-se a necessidade de tecnologias para produção de cebola mais apropriada à industrialização (conservas, pasta, flocos, pó) como forma de agregar maior valor ao produto nacional. A escolha das cultivares que melhor se adaptam ao consumo fresco ou à industrialização vai depender da peculiaridade de cada cultivar no que diz respeito ao seu potencial de uso, além disso, deve possuir características tais que permitam sua aceitação por parte dos consumidores, quer sejam donas-de-casa, quer sejam as indústrias alimentícias ou entidades institucionais.

1.1 Hipótese

Os fatores genético e ambiental influenciam nas características químicas e sensoriais e na aptidão para o processo de desidratação de cebola.

1.2 Objetivos

Avaliar a influência dos fatores genético e ambiental nas características químicas, sensoriais e aptidão para desidratar cebolas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Taxonomia e histórico

A cebola (*Allium cepa* L.) pertence à família Alliaceae, recentemente classificada a partir das famílias Liliaceae e Amaryllidaceae.

A família Alliaceae caracteriza-se por plantas acaules ou com caules curtos e intumescidos. São bianuais ou geófitas perenes, quase sempre com odor aliáceo, caules às vezes formando um bulbo, rizomas tuberosos envolvidos por bainha, com folhas basais. Apresentam folhas lineares, filiformes, lanceoladas ou ovaladas. As inflorescências são umbelas formadas por uma ou mais cimeiras helicoidais e as flores são hermafroditas e actinomorfas. Outra característica marcante é o seu odor, bastante evidente na maioria de seus representantes (RAHN, 1998).

A cebola é uma das espécies de hortaliças mais antigas, sendo mencionada na Bíblia e no Corão islâmico. Na bíblia, a cebola aparece no relato do êxodo dos judeus, saindo no Egito em 1500 a.C. em busca da Terra Prometida. Na Mesopotâmia existe a evidência de cultivo no final do terceiro milênio a.C. Estes relatos, adicionados aos registros no Egito, indicam que a domesticação da cebola ocorreu há pelo menos 5000 anos. Todos os povos antigos (caldeus, gregos e romanos) a consumiam em larga escala. No Egito, há documentos que descrevem a importância da cebola como alimento e seu uso na arte, na medicina e na mumificação. Também foi encontrada em sarcófagos sendo associada às superstições e mitologias egípcias (MCCOLLUM, 1976 apud BARBIERI e MEDEIROS, 2005).

Historicamente, a cebola é uma das hortaliças com maior trânsito global, estando envolvida em transações comerciais entre países de todos os continentes. Estava entre as primeiras plantas trazidas da Europa para serem cultivadas nas

Américas, levada inicialmente por Cristóvão Colombo para o Caribe (BOITEUX e MELO, 2005).

2.2 Produção de cebola

A cebola é uma das plantas cultivadas de mais ampla difusão no mundo, sendo a segunda hortaliça em importância econômica, com valor de produção estimado em cerca de US\$ 6 bilhões anuais. Somado a isto, o valor social da cultura de cebola é inestimável, sendo consumida por quase todos os povos do planeta, independente da origem étnica e cultural, constituindo-se em um importante elemento de ocupação de mão-de-obra familiar (BOITEUX & MELO, 2005).

Na Tabela 1 encontram-se os dados da área, produção e produtividade média dos principais países produtores de cebola. O maior produtor mundial com 32,7% da produção mundial é a China, sendo também o país que apresenta a maior superfície cultivada com a cultura. Outros países como a Índia, Rússia e Paquistão se destacam entre os maiores produtores mundiais com áreas acima de 100 mil hectares. O Brasil situa-se como o nono maior produtor mundial com uma área de 57,03 mil hectares e uma produção de 1,12 milhões de toneladas (RESENDE e COSTA, 2006).

Tabela 1: Área, produção e produtividade média da cebola nos principais países produtores, 2004

Países	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
China	850.600	18.035.000	21,20
Índia	530.000	5.500.000	10,38
Rússia	127.000	1.673.420	13,18
Paquistão	106.000	1.657.900	15,64
Indonésia	779.508	779.508	9,44
Turquia	82.000	1.750.000	21,34
Vietnã	76.000	225.000	2,96
EUA	67.440	3.669.540	54,41
Brasil	57.036	1.120.680	19,65
Bangladesh	51.799	272.000	5,25
Ucrânia	45.000	520.000	11,56
Irã	45.000	1.450.000	32,22
Mundo	3.049.741	55.153.027	18,08

Fonte: FAO (2005).

A produção brasileira de cebola é concentrada, principalmente, na região Sul (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná), Sudeste (São Paulo) e Nordeste (Bahia e Pernambuco). As regiões Sul e Sudeste são as principais produtoras de cebola no País, respondendo pela sua quase totalidade (Tabela 2). A região Sul detém a maior produção com 59,57% do total, porém com a menor produtividade: 17,48 hectares (RESENDE e COSTA, 2006).

Tabela 2: Área, produção e produtividade da cebola nos principais Estados produtores, 2004.

Estados	Área (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg/ha)
Santa Catarina	21.417	436.597	20,39
Rio Grande do Sul	11.252	158.086	14,05
São Paulo	6.590	186.120	28,24
Paraná	5.943	80.197	13,49
Bahia	5.877	126.333	21,50

Fonte: IBGE (2005)

Com relação à importância social da cebola no Brasil, Resende e Souza (2006) afirmam que esta cultura é praticada principalmente por pequenos produtores e que sua importância fundamenta-se não apenas na rentabilidade financeira, mas também no grande contingente de mão-de-obra, contribuindo para a viabilização de pequenas propriedades e para a fixação de pequenos produtores na zona rural, reduzindo, desse modo, a migração para as grandes cidades.

2.3 Cultivares

As formas mais importantes para classificar as cebolas são quanto às exigências fotoperiódicas, padrão genético à preferência e forma de consumo.

De acordo com Silva e Vizzotto (1990 apud LEITE, 2005), um fator de primeira importância na escolha das cultivares é a resposta da bulbificação ao fotoperíodo. Existe uma considerável variabilidade entre as cultivares quanto ao mínimo de horas/luz/diária necessárias para promover o estímulo de bulbificação de modo que podem ser classificadas em: 1) Precoces ou de dias curtos: requerem de

11 a 12 horas; 2) Médias ou de dias intermediários: requerem de 12 a 14 horas; 3) Tardias ou dias longos: requerem mais de 14 horas.

As cultivares de cebola são classificadas de acordo com as categorias principais: 1) tipo para armazenamento; 2) tipos doces para consumo 'in natura'; 3) tipos para desidratação com alto conteúdo de sólidos solúveis.

As cultivares de ciclo precoce, médio e tardio são plantadas nos Estados da região Sul. Nas regiões Sudeste e Centro Oeste são plantadas cebolas "super precoces", precoces e médias. Nos demais Estados brasileiros plantam-se cultivares "super precoces" e precoces (OLIVEIRA et al., 2005). Segundo este mesmo autor, as cultivares também podem ser agrupadas conforme o padrão genético. No primeiro grupo estão as populações geneticamente heterogêneas como 'Baia Periforme', 'Pêra' e 'Crioula', mantidas por produtores e em coleções de germoplasma. Constituem a base das cultivares brasileiras, por apresentarem tolerância a doenças, boa conservação pós-colheita e ampla variação em formato, tamanho, cor, número e espessura de películas de bulbos. Cebolas do grupo 'Crioula' são adaptadas principalmente à região Sul.

O segundo grupo é composto por seleções estabilizadas e bem adaptadas que são comercializadas como cultivares de polinização livre, ao qual pertencem todas as cultivares brasileiras e as do tipo Grano, importadas. As cultivares nacionais possuem geralmente bulbos globulares a globulares alongados, película amarela, marrom, vermelha ou arroxeadas e de espessura variável, conteúdo alto de matéria seca, sabor, odor e pungência acentuados, folhas cerosas e bom nível de resistência a doenças foliares.

As cultivares importadas caracterizam-se pelos bulbos globulares achatados, película amarela clara e fina, escamas espessas, conteúdo baixo de matéria seca, sabor, odor e pungência mais suaves e pouca cerosidade na folha (OLIVEIRA et al., 2005).

Na Tabela 3 estão descritas algumas cultivares de cebola nacionais e importadas atualmente disponíveis para o plantio no Brasil e suas características mais importantes.

Tabela 3: Cultivares de cebola disponíveis para plantio no Brasil.

Cultivar	Ciclo de maturação (dias)	Época/ Plantio/região	Bulbo			
			Formato	Cor película	Cor escamas	Pungência
‘Baia Periforme’	Precoce/ 160-180	Mar-jun/S, SE	Globular alongado	Amarela	Branca	Alta
‘Aurora’	Precoce/ 150-170	Abr-jun /S, SE	Globular alongado	Branca	Branca	Alta
‘BRS Cascata’	Médio/ 180-210	Abr-mai/S	Pião	Marron escura	Branca	Alta
‘Bola precoce’	Médio/ 170-190	Mar-mai/S	Globular	Amarela escura	Branca	Alta
‘Pêra Norte’	Tardia/ 180-230	Mai-jun/S	Globular com base achatada	Amarela	Branca	Alta
‘Régia’	Precoce/ 145-160	Mar-jun/SE, CO	Globular alongado	Amarela	Branca	Média a baixa
‘Texas grano’	Precoce/ 120-170	Mar-jun/SE, CO Jan-dez/NE	Pião achatado	Amarela clara	Branca	Baixa
‘Primavera’	Precoce/ 150-170	Abr-jun/S, SE	Globular	Amarela	Branca	Alta
‘Granex 429’	Super precoce/ 110-160	Jan-abr/SE, CO Jan-jul/NE	Globular Pião	Amarela clara	Branca	Baixa
‘Crioula Alto Vale’	Tardio/ 190-240	Abr-jun/S	Globular	Marrom	Branca	Alta

Fonte: Oliveira et al., 2005.

2.4 Composição química da cebola

A composição química da cebola é influenciada pelas condições de cultivo (sistema de produção, tipo de solo, clima) e por fatores genéticos. Bulbos de cebola para consumo fresco são pouco calóricos e contém entre 89 a 95% de água, possuem mono e dissacarídeos (açúcares totais em torno de 6%), proteínas,

gorduras e sais minerais. Também apresentam diferentes minerais, como cálcio, ferro, fósforo, magnésio, potássio e sódio (Tabela 4).

Embora não seja considerada uma boa fonte de proteínas e açúcares, a cebola é rica em vitamina do complexo B, principalmente B1 e B2, e vitamina C.

Tabela 4: Composição química do bulbo de cebola *in natura* maduro.

100 g de porção comestível	
Calorias (Kcal)	31,5
Proteínas (g)	1,60
Lipídeos (g)	0,30
Vitamina B1 (Tiamina) (mcg)	60,0
Vitamina B2 (Riboflavina) (mcg)	45,0
Vitamina B5 (Niacina) (mg)	0,36
Vitamina C (Ácido ascórbico) (mg)	9,70
Potássio (mg)	27,2
Fósforo (mg)	44,0
Cálcio (mg)	32,0
Sódio (mg)	36,4
Ferro (mg)	0,50
Magnésio (mg)	12,0
Enxofre (mg)	104

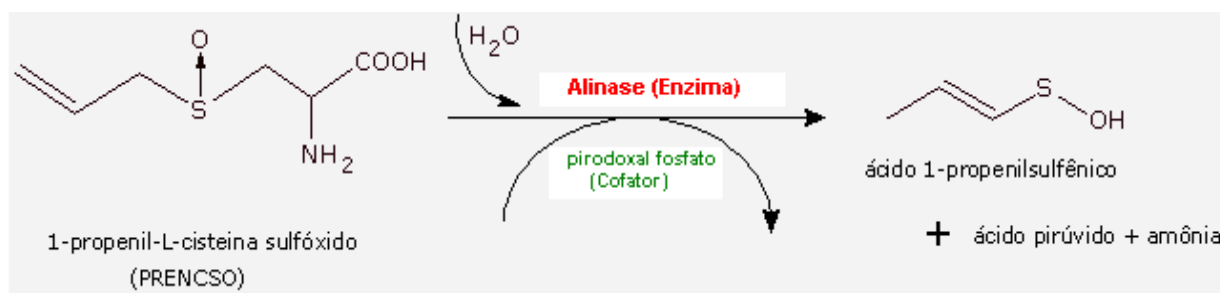
Fonte: FRANCO (2002)

As cebolas são consumidas não somente por seu valor culinário, devido à pungência, sabor e aroma, mas também por suas propriedades terapêuticas, uma vez que são ricas em compostos sulfurosos, responsáveis pelos benefícios que promovem a saúde em conjunto com os flavonóides. Os efeitos terapêuticos da cebola se devem aos compostos organosulfurados, que são responsáveis pelo sabor e odor típico, e aos flavonóides, em particular à quercetina, conhecida por suas propriedades anticarcinogênicas (YANG, et al., 2004; FENWICK e HANLEY, 1995 apud MARIOT et al, 2005).

Segundo Randle (1997), a composição química e as características sensoriais de sabor, cor e odor dependem mais do fator genético (cultivar) do que das condições de cultivo de solo, porém, a composição química do bulbo e a intensidade do sabor são também dependentes das condições do meio de desenvolvimento da planta ao longo do seu ciclo vegetativo. Estes fatores influenciam consideravelmente a pungência e a doçura em cultivares individuais.

2.4.1 Pungência

O flavor (pungência) da cebola é dominado por uma classe especial de compostos organosulfurados ativos biologicamente, embora alguns compostos como carboidratos solúveis em água (açúcares) e ácidos orgânicos também possam contribuir para a experiência sensorial do flavor. A pungência é definida como a combinação entre sabor e odor, sendo que os bulbos intactos não possuem a propriedade de irritação da mucosa do nariz e da boca e o poder lacrimógeno, que somente se percebe após a ruptura dos tecidos. A enzima (alinase) que catalisa essas reações fica confinada no vacúolo celular, enquanto que os precursores do sabor estão contidos no citoplasma, provavelmente em pequenas vesículas. Após o rompimento das células, os ácidos sulfênicos, uma vez liberados, passam a sofrer rearranjos espontâneos e inter-reações para produzir um amplo espectro de compostos voláteis fortemente aromáticos (JONES et al., 2004; RANDLE, 1997).



Fonte: Chemello, 2006.

Figura 1: Transformação do PRENCISO (1-propenil-L-cisteína sulfóxido) em ácido 1-propenilsulfênico.

Quando a cebola é cortada, os precursores do sabor se submetem à decomposição enzimática para formar uma variedade de compostos sulfúricos voláteis (piruvato, amônia e enxofre) associados com o flavor da cebola (Figura 1). O ácido propenilsulfênico produzido espontaneamente na cebola, rearranja sua estrutura química para formar o indutor de lágrimas tiopropanal S-óxido (Figura 2) (CROWTHER ET AL., 2005; JONES et al., 2004; RANDLE, 1997; BREWSTER, 1994; BELITZ et al., 1988; SCHWIMMER e WESTON, 1961).

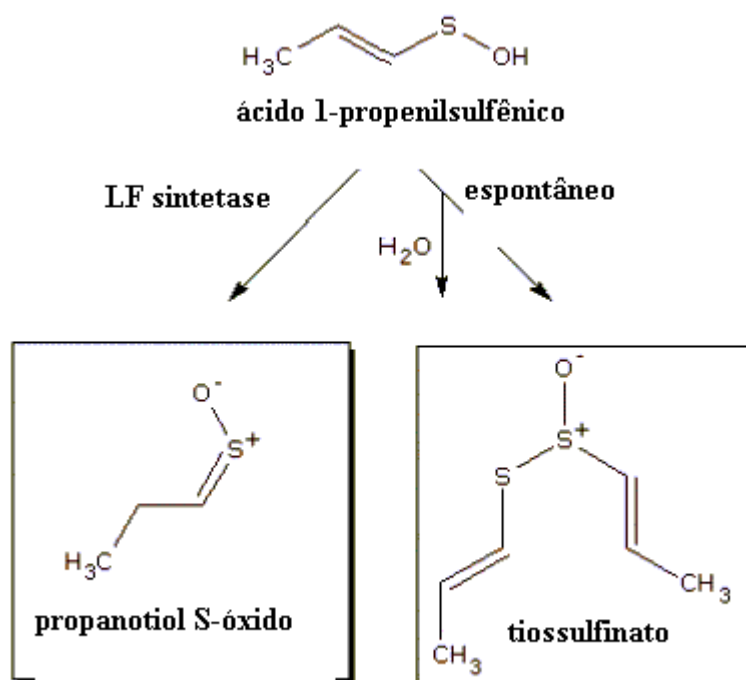


Figura 2: Transformação do ácido 1-propenilsulfênico em propanotial-S-óxido e tiosulfinato.

Após a síntese do fator lacrimante (propanotial-S-óxido), este, altamente volátil, chega até o fluido que lubrifica o nosso globo ocular formando substâncias que desencadeiam a produção exagerada de lágrimas, provocando o choro involuntário (Figura 3).

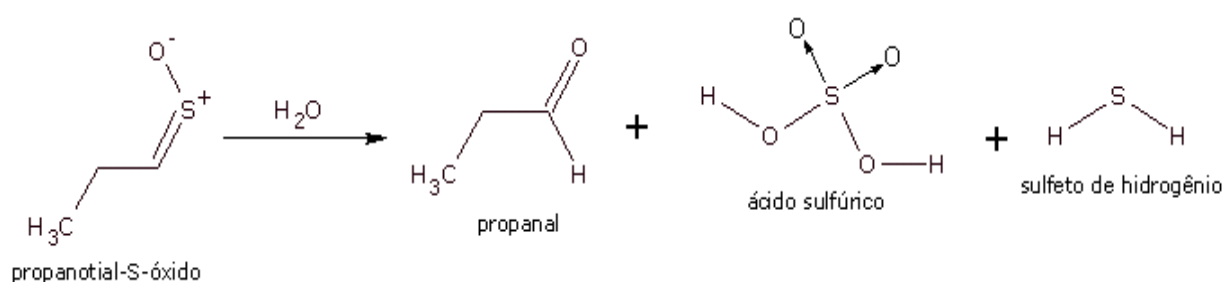


Figura 3: Produção de ácido sulfúrico e outros produtos que provocam a irritação do globo ocular.

Schwimmer e Weston (1961) desenvolveram uma determinação da pungência de cebola que é baseada na produção enzimática de derivados de piruvato após o tecido do bulbo ser macerado ou preparado para suco. Nesta

determinação, as concentrações de piruvato são correlacionadas positivamente com a percepção de pungência de cebola.

A pungência medida em função da quantidade de ácido pirúvico classifica a cebola como muito suave (1-4 μmol de ácido pirúvico/g), suave (5-7 μmol de ácido pirúvico/g), intermediária (8 a 10 μmol de ácido pirúvico/g), pungente (11-15 μmol de ácido pirúvico/g) e muito pungente (> 15 μmol de ácido pirúvico/g) (RODRIGUES et al., 2003).

O mecanismo da produção de pungência é regulado pelo potencial genético da cultivar, envolvendo a absorção de enxofre e a síntese de precursores do sabor, determinando a intensidade de sabor total. Algumas cebolas, tais como a cultivar Granex, são suaves e com pouco sabor. Outras, como as cultivares espanholas doces, possuem um flavor entre suave e moderada pungência (RANDLE, 1997; 1993; 1992). Segundo esse mesmo autor, as cultivares diferem na eficiência de absorver enxofre do solo, de sintetizar os precursores do sabor e na concentração da enzima alinase.

A distribuição da pungência dentro do bulbo da cebola pode variar, sendo que as maiores concentrações dos precursores do sabor encontram-se do interior do bulbo e a menor concentração esta no ápice e camadas externas; a intensidade do sabor também pode alterar-se durante o armazenamento, sendo que algumas cultivares de cebola podem aumentar ou diminuir a intensidade de pungência durante o armazenamento.

Quando isolados individualmente, fatores ambientais como a disponibilidade de enxofre no solo, temperatura e o suprimento de água afetam a intensidade do sabor. Quanto mais elevado o conteúdo de enxofre no solo, maior é a pungência. Temperaturas altas e estresse hídrico estão relacionados também, com o aumento na pungência (MACCALLUM et al., 2001; RANDLE et al. 1997, RANDLE e BUSSARD, 1993).

2.4.2 Sólidos totais

O conteúdo de sólidos totais talvez seja o mais importante parâmetro na indústria de desidratados, uma vez, que está diretamente relacionado com o consumo de energia necessária para a secagem, e representa a maior parcela dos custos de produção.

A maior fração (65 – 80%) de matéria seca ou sólidos totais dos bulbos de cebola consiste de carboidratos não – estruturais (CNE). Os principais componentes do CNE são a frutose, glicose, sacarose e frutanas (KAHANE et al., 2001). Esta relação pode variar de 17:1 até 7:1. As cultivares da região Sul do Brasil possuem um conteúdo de 10-12% de sólidos totais, as cultivares do Nordeste, de 8-10% e, em regiões do Estado de Minas Gerais, chegam a 20%.

2.4.2.1 Sólidos solúveis totais e açúcares

A presença de açúcares redutores (frutose e glicose) na cebola pode afetar a qualidade dos produtos processados, notadamente a coloração (KAHANE et al., 2001). As cultivares de cebola diferem amplamente nas quantidades de glicose, frutose, sacarose e frutanas. A concentração de açúcares pode ser influenciada pelo fotoperíodo, posição do bulbo e tempo de armazenamento. Numa matéria-prima a ser desidratada, os açúcares poderão, pelo efeito da temperatura de desidratação, serem caramelizados, causando o escurecimento do produto e, conseqüentemente, depreciando a qualidade final (ARAÚJO, 1999).

O teor de sólidos solúveis totais é outro componente que está relacionado com o sabor, textura, e principalmente, com o tempo de armazenamento dos bulbos de cebola. Estudos têm demonstrado que existem correlações positivas de valores moderados em torno de 0,5, entre pungência e sólidos solúveis totais (LIN et al., 1995; GALMARINI et al., 2001).

O termo doçura referido nas cebolas é confuso, pois não se refere ao teor de açúcares, mas sim à carência de pungência ou à suavidade da cebola.

2.4.3 Cor

A cor é o primeiro estímulo percebido pelo consumidor ao adquirir ou rejeitar um produto alimentício. Possui, portanto altíssima força de decisão, levando até mesmo ao esquecimento, momentâneo, das características nutricionais do produto.

A cor da cebola deriva da composição química das substâncias presentes no bulbo. Dois subgrupos dos flavonóides são encontrados em cebolas, as antocianinas, que são responsáveis pela cor vermelha/roxo de algumas variedades, e flavonóis, como a quercetina, responsáveis pelo sabor amargo e pela cor amarela e marrom da pele/ casca de muitas variedades (GRIFFITHS et al., 2002; DE VRIES et al., 1998;). Estas cultivares devem ser evitadas, pois depreciam a qualidade dos processados em relação às cebolas brancas, cujo pigmento está ausente.

Conforme Randle (1997), a cor da cebola tem pouca relação com a intensidade da pungência. Cebolas vermelhas e amarelas podem variar de suaves a muito pungentes. Cebolas brancas, entretanto, variam geralmente, de somente pungentes a muito pungentes e são as mais indicadas para a desidratação.

Colorimetria é à parte da ciência das cores com o propósito de especificar numericamente a cor de um determinado estímulo visual. A colorimetria também se preocupa em especificar pequenas diferenças de cor que um observador não pode perceber (WYSZECKI, 1982). Em 1976 a CIE especificou dois espaços de cores um deles foi intencionado para uso com cores com iluminação própria como exemplo o monitor de televisão e o outro foi intencionado para uso com cores de superfície, o último é conhecido como espaço de cores CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) ou CIELAB, baseada em coordenadas cartesianas.

2.4.4 Análise sensorial

A análise sensorial possibilita um controle dos atributos sensoriais de qualidade, sendo um meio para os fabricantes de alimentos determinarem a preferência e aceitação do mercado com a finalidade de obter um produto que

satisfaça tal característica e uma máxima economia de produção. A qualidade sensorial dos alimentos é vista pelo consumidor de maneira global, mesmo os atributos sendo percebidos de maneira individual pelos sentidos humanos, cor, sabor, odor e textura (MORI, 1983).

Existem métodos analíticos/instrumentais efetivos em detectar o surgimento de problemas durante o processamento e armazenamento de alimentos, entretanto, muitas vezes estes são incapazes de medir alterações perceptíveis que afetam a aceitação do produto. Os métodos de análise sensorial podem ser classificados como discriminativos, descritivos e afetivos. Os métodos discriminativos são utilizados para detectar diferenças entre produtos. Nesta análise existe resposta certa e errada e o resultado é determinado pelo número de respostas corretas. Pode-se utilizar julgadores treinados ou não, encontram-se neste grupo as análises do tipo triangular, duo-trio, pareado e comparação múltipla (PEREIRA e AMARAL, 1997). Estes mesmos autores dizem ainda que os métodos descritivos descrevem sensorialmente o produto. Ou seja, define os atributos importantes de um alimento (sabor, textura, odor) e mede a intensidade de tais atributos. São necessários no mínimo oito julgadores treinados. Podem-se citar as análises de Perfil de Sabor, Textura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Perfil Livre.

Segundo Meilgard et al. (1991), a percepção dos atributos de um alimento tende a ser percebida na seguinte ordem: aparência, odor/aroma/fragrância, consistência ou textura e sabor. O autor diz ainda que a aparência é freqüentemente o único atributo em que baseamos a nossa decisão de rejeitar ou não um alimento.

O odor/aroma é detectado quando compostos voláteis são percebidos na cavidade nasal e pelo sistema olfativo externo. Sabor tem sido definido como a impressão percebida através de sensações químicas de um produto na boca. A textura pode ser definida como sendo a estrutura do alimento e como se sente o alimento na cavidade bucal, na manipulação e durante a mastigação (MORI, 1983). O teste de ordenação é também utilizado como um teste de preferência, neste caso, duas ou mais amostras codificadas são apresentadas simultaneamente. Os julgadores são solicitados a ordená-las de acordo com sua preferência (CHAVES e SPROESSER, 1996).

2.6 Processamento de cebolas

A viabilidade da industrialização da cebola no Brasil é dependente dos custos de produção e da aceitação do produto pelo mercado consumidor, assim como qualquer mercadoria. Portanto, alguns tipos de processamento podem ser recomendados em função do custo de implantação, como a produção de cebolas desidratadas, em pasta, do picles e da cebola frita em fatias. Tais processamentos apresentam produtos de boa qualidade e são adotados e classificados como tecnologias de baixo investimento. Constituem-se também, nos processamentos de maior interesse para as condições brasileiras (MINAMI et al., 1997).

A cebola apresenta constituintes que determinam sua qualidade para a industrialização, tais como pungência, teor de sólidos solúveis e odor, que são altamente variáveis devido a fatores ambientais e de genética.

Com relação ao processo tecnológico, é importante fazer ensaios em pequenas escalas para se determinar as melhores condições de operacionalidade, relacionadas com a capacidade de produção e com as características do produto final obtido. A utilização de cebola processada é feita, principalmente, por empresas que fabricam produtos desidratados, como sopas instantâneas, caldos, preparações básicas, condimentos, molhos e na indústria de carnes e enlatados (SOUZA e RESENDE, 2002; DÍAZ, 1994; STRINGHETA e BUSO, 1982). Cebola desidratada é um produto de considerável importância no comércio mundial, por essa razão, a quase totalidade do sucesso do empreendimento industrial está na dependência da matéria-prima utilizada.

2.5.1 Desidratação

A desidratação é definida, geralmente, como a remoção de líquido de um sólido por evaporação. Nos processos de secagem, o material úmido está em contato com o ar insaturado e se obtém como resultado a diminuição do conteúdo de umidade deste material e a umidificação do ar. Tendo assim, dois estágios que definem o processo total de secagem: o aquecimento do material e a evaporação de umidade deste. Então a secagem tem por finalidade a redução da umidade de um produto a nível desejado (STRUMILLO e KUDRA, 1998).

Como na maioria dos alimentos, na desidratação da cebola ocorrem alterações de cor e sabor que são normalmente relacionadas com a utilização de tecnologias inadequadas e cultivares com características impróprias para esse tipo de processamento, influenciando na qualidade final.

Para manter a qualidade industrial, é aconselhável utilizar temperaturas de secagem não superiores a 60°C, visando obter um produto desidratado de coloração branca a creme, pois os danos térmicos causados pela temperatura alta precisam ser levados em consideração.

A cebola desidratada é produzida em um tamanho de partícula variável, desde partículas grandes, tais como picados e fatiados, a partículas menores como granuladas. O tipo e espessura do corte utilizados na secagem também podem afetar na qualidade final do produto. Segundo Martins e Pinto (2003), o tipo de corte em rodela com espessura de 3mm foi eficiente para a manutenção de qualidade da cebola seca.

Para que os bulbos se conservem bem durante o armazenamento, ao final da secagem, a umidade deve ser reduzida entre 4-6%, com limite máximo de 10%. Quanto maior a umidade, maior é o risco de perdas por fungos no armazenamento.

Na secagem de frutas e hortaliças, os secadores mais utilizados na secagem são os dotados de circulação forçada de ar, do tipo armário ou túnel, cuja

direção pode ser paralela ou perpendicular. A matéria-prima, descascada e cortada em forma e tamanho convenientes, é distribuída em bandejas ou esteiras de tela perfurada. O escoamento de ar pode ser contra-corrente, em paralelo, cruzado ou a combinação dos dois primeiros escoamentos (duplo estágio), ou mesmo de três (múltiplo estágio) (JAYARAM e DAS GUPTA, 1992).

Nos Estados Unidos, a maioria da cebola desidratada produzida comercialmente utiliza um sistema de secagem de transporte contínuo. As cebolas são limpas e cortadas e depositadas em uma correia transportadora contínua de aço inoxidável que passa por uma série de estágios com temperaturas, fluxos de ar e diferentes tempos de secagem. Cada estágio é controlado com cuidado para remover a quantidade de umidade mais adequada para a manutenção dos compostos que conferem o sabor. As cebolas são desidratadas sem o uso de componentes antioxidantes ou branqueamento para proteger o sistema enzimático, responsável pelo sabor característico e aroma (LUND e LIENAU, 1994; LUND, 2003).

No Brasil, os equipamentos tradicionais para a secagem de cebola são os secadores tipo convectivos, com leito fixo. Estes são classificados em relação a carga de leito dos sólidos e ao sentido de escoamento do ar (paralelo ou perpendicular), cuja carga de material utilizado situa-se em torno de 5-6 kg/m² (SEBRAE, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Genótipos

Foram utilizados cebolas de genótipos (Figura 4), adaptados às condições de cultivo em dois municípios: Pelotas (Rio Grande do Sul) e Ituporanga localizado na região do Alto Vale do Itajaí (Santa Catarina). O material utilizado foi proveniente de um ensaio de competição de 18 genótipos de cebola (ver APÊNDICE - A, fotografias 1 e 2), constituídos de cinco seleções desenvolvidas pela Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF (CNPB-6947, CNPB-6074, CNPB-6244, CNPB-6400 chata, e CNPB-6415), três seleções desenvolvidas pela Embrapa Clima Temperado, em Pelotas-RS ('Pêra Norte' x 'Primavera', 'Primavera' x 'Pêra Norte' e 'Valencinita' x 'Aurora'), e sete cultivares (Belém IPA-09, BRS Cascata, Bola precoce, Crioula Alto Vale, Granex-429, Primavera e Régia). O experimento de campo objetivou verificar adaptação dos genótipos às condições de cultivo de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo que neste último, foram selecionados 10 genótipos para efetuar as determinações. As cebolas foram produzidas de maio a dezembro de 2004, no município de Chapadão do Lageado – SC (Latitude 27° 35'S), e no município de Pelotas – RS (Latitude 31° 45' S), seguindo as práticas culturais regulares para a produção de cebola.

O equipamento empregado para a secagem de cebola foi um secador tipo cabine (Figura 5).



Figura 4: Genótipos de cebola *in natura*.

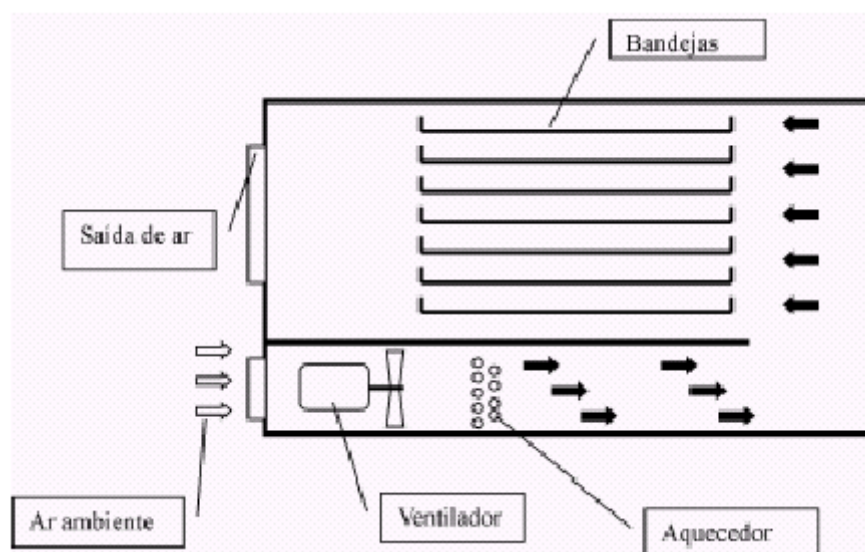


Figura 5: Esquema de secador tipo cabine com circulação de ar.

O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados entre 28 tratamentos com três repetições, avaliando-se teor de ácido pirúvico, sólidos solúveis, açúcares redutores, pH, matéria seca e acidez da matéria-prima. Após a secagem as cebolas foram avaliadas com relação à perda de pungência, pungência sensorial de odor, perda de pungência e cor por meio de colorímetro Hunter (parâmetros L^* , a^* e b^*).

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

3.1.1 Preparo das amostras

Após a colheita, foi retirada de folhas e raízes dos bulbos e estes foram armazenados em uma temperatura média de 25°C por um período de 15 dias. Os bulbos das cebolas foram descascados, retirando-se o talo da cebola e eliminando-se o caule. Cada amostra foi constituída de 10 bulbos por genótipo, onde somente a parte interna do bulbo foi utilizada. Para as avaliações de pungência, sólidos solúveis, pH e acidez extraiu-se o suco; para tanto, as cebolas foram picadas e trituradas em um mixer (modelo Walita Billy) e, logo após, filtradas em algodão.

Para a avaliação de pungência desidratada foi utilizada 1,0g de cebola desidratada em pó e adicionou-se 10mL de água destilada, sendo então homogeneizadas por 5 a 10 minutos, deixando-se em repouso por 15 minutos, conforme Porto (2001).

3.2 Determinações químicas

3.2.1 Determinação da Pungência

Baseada no método de Schwirmer e Weston (1961), pelos teores de ácido pirúvico. A concentração de ácido pirúvico foi medida adicionando 1,0 mL da alíquota a 1,0mL de água e 1,0mL 0,0125% de 2,4 dinitrofenilidrazina. As soluções foram incubadas a 37°C por 10 minutos e, logo após, foram adicionados 5mL a 0,6M de NaOH paralisando a reação enzimática. A leitura foi feita em espectrofotômetro (GenesysTM 10 series) a 420nm e a concentração de ácido pirúvico determinada com referência na curva padrão de piruvato de sódio. A produção enzimática do ácido pirúvico foi expressa em $\mu\text{mol/g}^{-1}$ de ácido pirúvico/grama de cebola.

3.2.2 Sólidos solúveis

Determinados através do refratrômetro Shimadzu, utilizando-se uma gota de suco puro de cada repetição, expressando-se o resultado em °Brix, segundo a AOAC, 2000.

3.2.3 Açúcares totais, redutores e não-redutores

Determinado pelo método colorimétrico de Somogy adaptado por Nelson (1944) modificado. Este método está baseado na redução do complexo de cupro-tartarato de Na e K, de cor azul intensa, a Cu_2O . Este óxido forma com o reagente de Nelson, arsênio molibdato de amônio, um complexo corado solúvel que segue a

lei de Beer, sendo, por isso, passível de dosagem colorimétrica. Os resultados foram expresso em g de açúcares redutores/ 100 g de cebola (%).

3.2.4 Sólidos totais

Segundo a AOAC, 2000. Selecionaram-se cinco bulbos ao acaso, após cortou-se duas fatias, uma no sentido perpendicular (comprimento) e uma no centro do bulbo (sentido do diâmetro), objetivando a redução do tamanho em pequenos pedaços as quais, posteriormente, foram pesados em cadinhos de alumínio e secados em estufa à vácuo a 70°C por 6 horas. Para cada amostra, foram realizadas três repetições. Os resultados foram expressos em % de sólidos totais.

3.2.5 Sólidos solúveis

Utilizou-se uma medida rotineira por refratometria e expresso em °Brix, segundo a AOAC, 2000.

3.2.6 Acidez

Por titulação com NaOH do extrato aquoso e expressa em porcentagem de ácido pirúvico, uma vez demonstrado que o teor de pungência é proporcional ao teor de ácido pirúvico formado, conforme a AOAC, 2000.

3.2.7 Cor

A cor é o primeiro estímulo percebido pelo consumidor ao adquirir ou rejeitar um produto alimentício. Possui, portanto altíssima força de decisão, levando até mesmo ao esquecimento, momentâneo, das características nutricionais do produto. Medidas instrumentais de cor são realizadas comumente através de colorímetros e espectrofotômetros, em equipamentos como Minolta e Hunter. Esses equipamentos

iluminam a amostra de cebola desidratada como uma fonte controlada e medem a quantidade de luz refletida em diferentes comprimentos de onda (400 – 700nm). A partir dos dados de luz refletida por comprimento de onda, os valores da cor da amostra de cebola desidratada são calculados de acordo com escalas tridimensionais de cor (BERNARDES e PRATA, 2001).

A cor dos bulbos desidratados, de cada genótipo, foi medida em triplicata. As leituras foram realizadas através do colorímetro Minolta CR-300, com fonte de luz D 65, com 8 mm de abertura.

A Figura 6 representa o CIELAB 1976 (Comissão Internacional de Iluminação - $L^*a^*b^*$), sendo que L^* significa a intensidade da luminosidade da amostra analisada, quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra ($L^* = 100 =$ branco; $L^* = 0 =$ preto). A coordenada a^* indica a intensidade de cor vermelho esverdeado ($a^* < 0 =$ verde; $a^* > 0 =$ vermelha/púrpura) e a coordenada b^* demonstra a intensidade de cor amarelo azulado ($b^* > 0 =$ azul; $b^* < 0 =$ amarela).

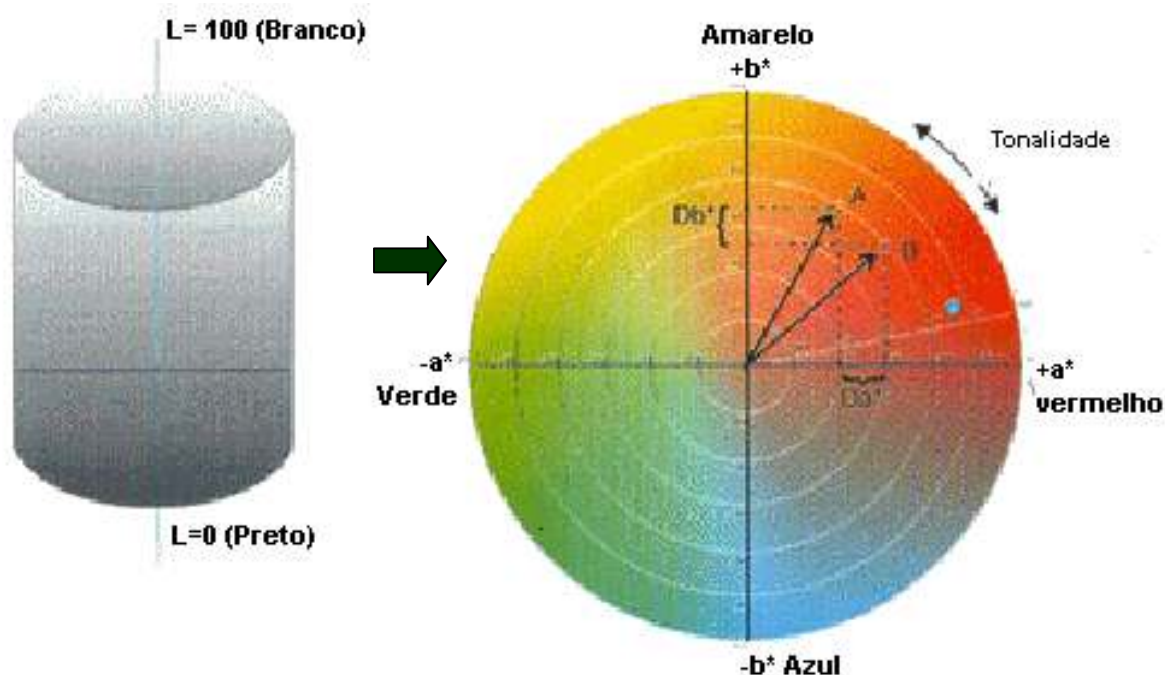


Figura 6: Coordenadas do Sistema CIELAB 1976 no plano.

Os valores a^* , b^* foram utilizados para calcular o ângulo Hue ou matiz ($^{\circ}h^* = \tan^{-1} b^*.a^{-1}$). O ângulo Hue ($^{\circ}h^*$) indica a tonalidade (cor propriamente dita), sendo expresso em graus; 0° é $+a^*$ (vermelha); 90° é $+b^*$ (amarela); 180° é $-a^*$ (verde) e 270° é $-b^*$ (azul).

3.3 Pungência Sensorial

O atributo avaliado foi a sensação nasal depungência (FISHER & SCOTT, 2000). Realizou-se uma seleção de 15 provadores, para a formação da equipe sensorial usando os testes de reconhecimento de odores segundo DUTCOSKY (1996). Para a seleção, foram consideradas a acuidade sensorial, habilidade, memorização e reprodutibilidade de resultados, formando-se uma equipe sensorial com 10 julgadores.

O treinamento da equipe sensorial foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Clima Temperado com genótipos de cebola com diferentes níveis de ácido pirúvico (CROWTHER et al., 2005), também com distintas diluições, usando métodos discriminativos: triangular, duo-trio e ordenação (ver APÊNDICE - B - itens 1, 2 e 3) (MEILGAARD et al., 1999). Este período correspondeu aproximadamente dois meses, com treinamento duas a três vezes na semana no período da manhã em cabines sensoriais. Os dados foram obtidos usando escalas unipolares, não estruturadas de 9 cm (ABNT-NBR 14141, 1998) cujo extremo esquerdo representa a ausência da percepção do atributo e o direito a intensidade forte (ver APÊNDICE - B – item 4).

Para avaliar o odor, as amostras foram picadas e colocadas em tubos de ensaio com algodão ao fundo e codificadas com três dígitos aleatórios e forradas com papel alumínio. Para a determinação da pungência sensorial da cebola desidratada foi feita a reidratação do produto em água.

3.4 Desidratação

A desidratação foi realizada somente com os genótipos produzidos em Santa Catarina. A matéria-prima foi selecionada, descascada, lavada e fatiada a espessura constante (3mm), colocada em bandejas de tela perfurada e inserida no secador com dois estágios de secagem: 80°C por duas horas e 60°C por quatro, totalizando seis horas de secagem. Após este tempo, o material estava com 8-10% de umidade (Figura 7).

A carga de sólidos utilizada na desidratação foi de 4 Kg/m², com condições constantes de ar ($v_{ar} = 1,5\text{m/s}^{-1}$).

O produto desidratado foi armazenado, após a moagem, em recipientes de vidro hermeticamente fechados para posterior avaliação.

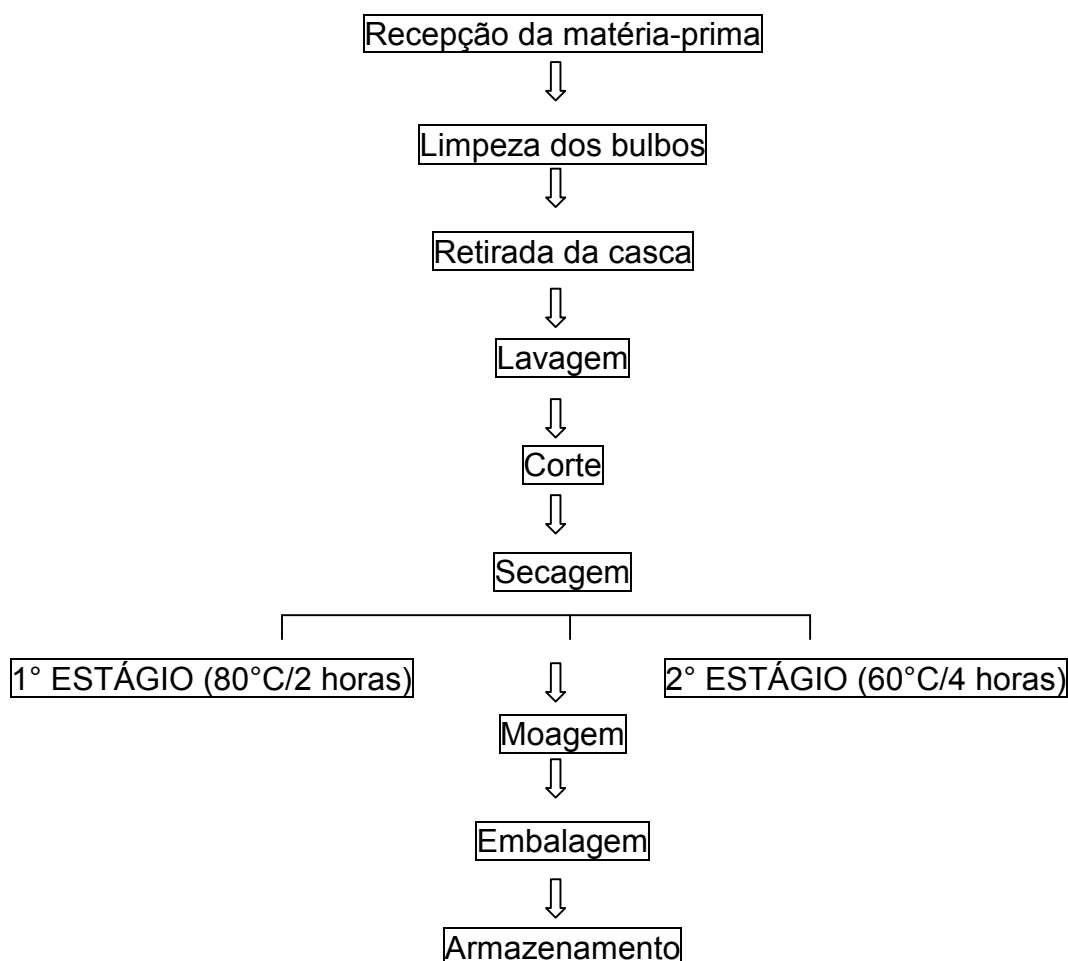


Figura 7: Fluxograma do processo de secagem dos bulbos de genótipos de cebola.

3.5 Análise estatística

Os dados das determinações químicas e pungência sensorial das cebolas frescas e desidratadas foram submetidos à análise de variância e à diferença entre as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância usando o pacote computacional Statistic for Windows 5.1.

Para análise multivariada, utilizou-se a análise dos componentes principais para avaliar a importância de cada carácter químico e físico-químico estudado sobre a variação total disponível. Esta técnica baseia-se na padronização e rotação dos eixos ortogonais (carácter químico e físico-químico), gerando um novo conjunto de coordenadas (componentes principais) não correlacionados entre si (NETO e MOITA, 1998). Foi realizado um descarte dos caracteres, utilizando-se o critério proposto por Joliffe (1973 apud MARCHINI, 2005), desprezando-se a variável de maior coeficiente em cada componente com autovalor menor que 0,70.

Para a análise de agrupamento adotou-se, segundo Neto e Moita (1998), como média de similaridade, a distância euclidiana média para os dados devidamente padronizados. Os agrupamentos foram formados através da análise de Cluster, pelo método Ward.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises químicas e pungência sensorial dos genótipos de cebola frescas cultivados em Santa Catarina

Os resultados químicos variaram entre os genótipos situando-se entre pH (5,44 - 5,61), sólidos solúveis (6,06 - 11,00°Brix), acidez (0,17 - 0,27%), sólidos totais (6,78 - 11,88%) e pungência (4,84 – 7,61µmol/g ácido pirúvico) (Tabela 5). Chagas et al., 2004, avaliando as cultivares Baia Periforme, Crioula, Granex 33, Jubileu, Pira Ouro e Texas Grano-502 no sul de Minas Gerais, encontraram resultados similares aos observados neste estudo para pH (5,05 - 5,23) e sólidos solúveis (8,16 - 10,60°Brix) e valores inferiores para pungência (3,06 -6,66 µmol/g), para a maioria das cultivares estudadas. Stringheta e Buso (1982) estudando sete cultivares para desidratação e três cultivares para consumo “in natura”, observaram valores superiores para pungência (5,57 - 10,11µmol/g), sólidos solúveis (7,1 - 16,8) e sólidos totais (10,0 - 19,6 %).

Quanto ao teor de sólidos totais, característica de grande interesse para a indústria, os genótipos apresentaram diferença significativa e os valores mais altos situaram-se na faixa de 9,4 a 11,67%. A seleção CNPH 6244 sobressaiu-se com valor superior, mas esta não diferiu dos demais genótipos, exceto da cultivar Granex 429 e da seleção CNPH 6074 que apresentaram os valores mais baixos com 6,99 e 8,70%, respectivamente. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Díaz (1994) quando avaliou 12 cultivares de cebola para desidratação, entre elas, ‘Texas Grano’ e ‘Granex’, sendo que, para estas cultivares, obtiveram valores de sólidos totais de aproximadamente 5,50%. Stringheta e Buso (1982), estudando a influência da matéria-prima na qualidade do produto desidratado, utilizaram cultivares importadas para desidratação: “Dehydrator” n° 3, “Dehydrator” n° 4, “Dehydrator” n° 6, “Dehydrator” n° 7, “White Creole”, “Primero”, “Creoso”, e

obtiveram valores de sólidos totais de 14 a 20%, enquanto outras cultivares, para consumo natural apresentaram valores em torno de 10%.

Tabela 5: Médias para as características químicas e pungência sensorial de genótipos de cebola cultivados em Santa Catarina.

GENÓTIPO	SÓLIDOS SOLÚVEIS ^o (BRIX)	SÓLIDOS TOTAIS (%)	pH	ACIDEZ (% de ácido pirúvico)	PUNGÊNCIA	
					QUÍMICA ($\mu\text{mol/g}^{-1}$ ácido pirúvico)	SENSORIAL (ODOR)
CNPH 6415	9,60 ^{abc}	10,11 ^{abc}	5,61 ^a	0,27 ^{ab}	6,80 ^{abc}	6,04 ^{ef}
CNPH-6074	7,53 ^{def}	8,70 ^{bcde}	5,59 ^a	0,21 ^{bc}	5,40 ^{def}	4,50 ^{ijl}
‘Granex 429’	6,73 ^{ef}	6,99 ^{de}	5,56 ^a	0,17 ^c	4,84 ^f	4,00 ^l
CNPH 6244	11,00 ^a	11,67 ^a	5,56 ^a	0,26 ^{ab}	6,93 ^{abc}	6,80 ^{bc}
CNPH 6040	9,93 ^{abc}	10,20 ^{abc}	5,55 ^a	0,24 ^{ab}	7,19 ^{ab}	7,77 ^a
CNPH-6047	8,73 ^{cd}	9,58 ^{abc}	5,55 ^a	0,27 ^a	7,61 ^a	8,13 ^a
‘BRS-Cascata’	9,53 ^{abc}	10,62 ^{abc}	5,54 ^a	0,23 ^{ab}	6,85 ^{abc}	6,77 ^{cd}
‘Valencianita’ x ‘Aurora’	10,70 ^{ab}	11,05 ^{ab}	5,53 ^a	0,25 ^{ab}	6,45 ^{bcd}	7,13 ^{hi}
‘Primavera’ x ‘Pêra Norte’	8,60 ^{cde}	10,16 ^{abc}	5,53 ^a	0,22 ^{ab}	6,97 ^{abc}	7,50 ^{ab}
‘Pêra Norte’ x ‘Primavera’	10,00 ^{abc}	11,88 ^{abc}	5,53 ^a	0,24 ^{ab}	6,82 ^{abc}	6,20 ^{def}
‘Belém IPA 9’	9,53 ^{abc}	10,71 ^{abc}	5,52 ^a	0,24 ^{ab}	6,11 ^{bcdef}	4,99 ^{ij}
CNPH- 6400 chata	8,86 ^{bcd}	9,99 ^{abc}	5,18 ^a	0,24 ^{ab}	6,29 ^{abcd}	5,20 ^{hi}
CNPH-6400 redonda	8,80 ^{cd}	9,47 ^{abcd}	5,51 ^a	0,23 ^{ab}	6,52 ^{abcd}	5,42 ^{ghi}
‘Crioula Alto Vale’	10,00 ^{abc}	10,82 ^{abc}	5,50 ^a	0,25 ^{ab}	6,82 ^{abc}	6,65 ^{cde}
‘Bola Precoce’	9,86 ^{abc}	10,94 ^{abc}	5,49 ^a	0,21 ^{bc}	5,80 ^{cdef}	4,80 ^{ij}
‘Primavera’	9,06 ^{bcd}	10,16 ^{abc}	5,49 ^a	0,25 ^{ab}	5,62 ^{cdef}	5,73 ^{fgh}
‘Régia’	6,06 ^f	10,16 ^{abc}	5,45 ^a	0,18 ^c	5,09 ^{ef}	4,14 ^l
‘Texas Grano 1015 Y’	9,40 ^{abcd}	10,20 ^{abc}	5,44 ^a	0,23 ^{ab}	6,97 ^{abc}	7,13 ^{bc}

*Médias na vertical com diferentes Letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Chagas et al., 2004, avaliando seis cultivares no sul de Minas Gerais, obtiveram resultados de sólidos totais similares para a cultivar Texas Grano-502 (10,06%) e superiores para ‘Granex 33’ (10,55%). Valores inferiores de sólidos totais para a cultivar Primavera e, valores superiores para ‘Granex 429’, foram apresentados por Randle e Bussard (1993).

Stringheta e Buso (1982), estudando a influência da matéria-prima na qualidade do produto desidratado, utilizaram cultivares importadas para

desidratação: “Dehydrator” n° 3, “Dehydrator” n° 4, “Dehydrator” n° 6, “Dehydrator” n° 7, “White Creole”, “Primero”, “Creoso”, e obtiveram valores de sólidos totais de 14 a 20%, enquanto outras cultivares, para consumo natural apresentaram valores em torno de 10%.

As cebolas utilizadas para processamento, principalmente para desidratação, diferentemente daquelas destinadas ao mercado “*in natura*”, devem ser brancas, ter elevado teor de sólidos solúveis e de pungência. Entretanto, quanto mais pungente, mais limitante é o consumo fresco. (FEIMBERG, 1976; CARVALHO, 1987). Desse modo, com base nos resultados obtidos, se torna possível sugerir os genótipos mais apropriados para processamento e para consumo cru.

Geralmente, cebolas destinadas ao armazenamento (intermediária ou de dias longos), cultivadas em latitudes mais altas, possuem maior pungência e conteúdo de sólidos totais e menor teor de açúcares solúveis. Em contraste, cebolas selecionadas para cultivo em latitudes mais baixas (cultivares de dias curtos), possuem menor de pungência e conteúdo de sólidos totais, e maior teor de açúcares simples (frutose e sacarose) que conferem a sensação de doçura (MACCALLUM et al., 2001).

Quanto aos sólidos solúveis, os valores mais altos foram de 9,40 a 11°Brix, sendo que, o genótipo CNPH-6244 sobressaiu-se com maior valor seguido de ‘Valencianita’ x ‘Aurora’, ‘Pêra Norte’ x ‘Primavera’, ‘Belém IPA-09’, CNPH-6040, ‘BRS-Cascata’, ‘Crioula Alto Vale’, ‘Bola Precoce’, ‘Texas Grano 1015 Y’ e CNPH-6415. Os genótipos ‘Régia’, ‘Granex 429’ e CNPH 6074 apresentaram os valores mais baixos para esta característica (6,06-7,53°Brix). Segundo Voss (2005), as cultivares precoces destinadas à desidratação são seleções que possuem alto conteúdo de sólidos totais derivadas das cultivares: Crioula, Creoso ou Primero. Estas são pequenas, de forma globosa e brancas. As cultivares para desidratação utilizadas atualmente possuem um conteúdo que varia de 15 – 20%, aproximadamente, para variedades de dias curtos, e de 20 –25% para variedades de dias longos.

A acidez mais elevada foi encontrada pelo genótipo CNPH-6047 (0,27%) não diferindo das demais cultivares e genótipos, exceto, de 'Granex-429', 'Régia' CNPH-6074 e 'Primavera' (Tabela 5). Observa-se que os valores de acidez, em geral, estiveram relacionados com os valores de pungência química. Esta relação pode ser explicada pelo fato de que a acidez é expressa em porcentagem de ácido pirúvico, e a pungência é determinada pelo teor de ácido pirúvico liberado enzimáticamente. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez titulável relaciona-se com os teores de ácidos orgânicos presentes no suco ou na polpa, aliada aos teores de sólidos solúveis e é uma característica importante para se avaliar a qualidade pós-colheita das hortaliças.

Os teores mais altos de ácido pirúvico situaram-se entre 6,29 a 7,61 $\mu\text{mol/ml}$, o genótipo CNPH-6047 obteve maior pungência, não diferindo dos genótipos CNPH-6040, CNPH-6415, CNPH-6244, 'BRS-Cascata', 'Primavera' x 'Pêra Norte', 'Texas Grano 1015 Y', 'Pêra Norte' x 'Primavera', CNPH-6400 chata, CNPH-6400 redonda, 'Crioula Alto Vale' e 'Primavera'. Os teores mais baixos (4,84 a 6,11 $\mu\text{mol/ml}$) foram obtidos pelos genótipos 'Granex-429', 'Régia', CNPH 6074, 'Bola Precoce', 'Primavera' e 'Belém IPA 9' (Tabela 5). As cultivares Granex 429 e Régia caracterizaram-se por apresentar baixa pungência, e estão de acordo com a classificação apresentada por Oliveira et al. (2005). Stringheta e Buso (1982) obtiveram valores superiores de ácido pirúvico estudando cultivares para desidratação (7,57 a 10,11 $\mu\text{mol/g}$) e em cultivares para consumo "in natura" (7,58 a 9,37 $\mu\text{mol/g}$). Chagas et al. (2004) avaliando cultivares no sul de Minas Gerais, entre elas Granex 33 e Texas Grano-502, encontraram valores inferiores para pungência com 3,06 e 5,08 $\mu\text{mol/g}$, respectivamente. Kopsell e Randle (1997) determinaram valores de ácido pirúvico de 6,3 a 9,6 $\mu\text{mol/g}$ para cultivares caracterizadas como suaves ou doces e, em cultivares para armazenamento caracterizadas como pungentes (incluindo àquelas utilizadas para desidratação), obtiveram teores de 7,5 a 12,8 $\mu\text{mol/ml}$.

Os bulbos de dias curtos são considerados suaves e normalmente são do tipo Granex, Grano ou uma combinação de Granex-Grano. Algumas das cultivares para este mercado incluem tipos amarelos como Texas Grano 502, Linda Vista, Rio

Enrique Rio Bravo. A maioria das cultivares de dias curtos, para mercado fresco, são relativamente baixas em sólidos solúveis (5-7°Brix) e possuem baixa pungência (2-6 $\mu\text{mol/g}$ de ácido pirúvico). Outros fatores como o conteúdo de enxofre no solo e a temperatura, também influem no nível de pungência e de doçura (VOSS, 2005).

Segundo este mesmo autor, As variedades de dias intermediários geralmente são seleções derivadas dos tipos Espanholas doces. Incluem: CalRed, Rio Seco, Rio Corona, Dakota e muitas outras. As variedades de dias intermediários possuem sólidos e pungência intermediária. As poucas variedades de dias longos não são produzidas para o mercado fresco. Estas apresentam bulbos mais firmes, conteúdo de sólidos totais de 8-12% e níveis e pungência de 10-12 $\mu\text{mol/g}$ de ácido pirúvico. Portanto, pode-se concluir que os genótipos estudados são mais adequados para o mercado fresco.

De acordo com os resultados apresentados, os genótipos estudados, de uma maneira geral, não apresentaram valores de sólidos solúveis, sólidos totais e pungência adequados para desidratação.

No atributo odor, os genótipos mais pungentes foram CNPH 6947, CNPH 6040 e 'Primavera' x 'Pêra Norte', as quais não diferiram entre si. Os resultados mais baixos foram apresentados por 'Granex 429', 'Régia' e CNPH 6074 (Tabela 5). Crowther et al. (2005) avaliando cebolas frescas por painel sensorial e medidas de pungência afirmam que, para um controle satisfatório de qualidade na classificação da cebola, seria importante que além do método de quantificação da pungência fosse incluída, também, a avaliação sensorial. Obteve-se uma alta correlação entre a análise química e a sensorial de pungência para os genótipos de cebola fresca ($r=0,92$). Desse modo, pode-se afirmar que a análise de odor apresenta resultados de reprodutibilidade quando comparada com o método de quantificação de pungência.

Com relação à desidratação da cebola, é necessário que a mesma possua alta pungência e odor intenso, para que, após as perdas pelo processamento, o odor residual do produto possua, ainda, um grau suficiente para conferir um odor característico de cebola.

Tabela 6: Médias dos genótipos de cebola, cultivados em Santa Catarina, para açúcares totais, redutores e não-redutores.

Genótipo	Açúcares (%)		
	Totais	Redutores	Não redutores
CNPH 6415	5,68 ^c	3,32 ^{abcd}	2,36 ^{bcde}
CNPH-6074	4,42 ^{ef}	2,79 ^{cd}	1,62 ^{cdef}
‘Granex 429’	3,66 ^f	3,17 ^{abcd}	0,49 ^f
CNPH 6244	6,98 ^{ab}	4,08 ^{abc}	2,89 ^{abc}
CNPH 6940	5,92 ^{bc}	3,30 ^{abcd}	2,62 ^{bc}
CNPH-6047	4,16 ^f	3,15 ^{abcd}	1,00 ^{def}
‘BRS-Cascata’	7,33 ^a	4,15 ^{ab}	3,17 ^{abc}
‘Valencianita’ x ‘Aurora’	6,29 ^{abc}	3,03 ^{bcd}	3,22 ^{abc}
‘Primavera’ x ‘Pêra Norte’	6,31 ^{abc}	3,38 ^{abcd}	2,93 ^{abc}
‘Pêra Norte’ x ‘Primavera’	7,35 ^a	2,74 ^d	4,60 ^a
‘Belém IPA 9’	5,56 ^{cd}	2,69 ^d	2,87 ^{bc}
CNPH- 6400 chata	5,31 ^{cde}	3,58 ^{abcd}	1,73 ^{cdef}
CNPH-6400 redonda	4,78 ^{ef}	3,13 ^{abcd}	1,65 ^{cdef}
‘Crioula Alto Vale’	5,85 ^{bc}	3,33 ^{abcd}	2,52 ^{bcd}
‘Bola Precoce’	6,95 ^{ab}	4,39 ^a	2,55 ^{bc}
‘Primavera’	7,24 ^a	3,21 ^{abcd}	4,02 ^{ab}
‘Régia’	4,44 ^{ef}	3,79 ^{abcd}	0,64 ^{ef}
‘Texas Grano 1015 Y’	7,16 ^a	2,70 ^{cd}	4,42 ^{ab}

*Médias na vertical com diferentes Letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%.

Verificou-se que os genótipos que alcançaram os maiores teores de açúcares totais foram Pêra Norte x ‘Primavera’ e BRS Cascata, mas estes não diferiram significativamente de ‘Primavera’, CNPH 6244, ‘Bola Precoce’, ‘Primavera’ x ‘Pêra Norte’, ‘Valencianita’ x ‘Aurora’ e ‘Texas grano 1015 Y’. Os genótipos que obtiveram os menores valores de açúcares totais foram ‘Granex 429’ e CNPH 6947. Conforme a Tabela 6 observa-se que o teor de açúcares redutores não variou muito entre os genótipos. A cultivar Bola Precoce sobressaiu-se com valor superior em açúcares redutores (4,39%), mas não diferiu significativamente dos demais genótipos, exceto de ‘Belém IPA 9’, ‘Pêra Norte’ x ‘Primavera’, CNPH 6074 e ‘Valencianita’ x ‘Aurora’ que apresentaram os menores valores. Os açúcares não-redutores foram superiores nos genótipos Pêra Norte x ‘Primavera’, ‘Valencianita’ x ‘Aurora’, ‘Primavera’, ‘BRS Cascata’, Primavera x ‘Pêra Norte’ e CNPH 6244. Resultados inferiores foram determinados por Chagas et al. (2004) para açúcares totais, redutores e não-redutores.

Segundo MARIN (2003), os níveis de açúcares em uma cebola não determinam a pungência da mesma, sendo que, geralmente, cebolas com maior concentração de açúcares são mais pungentes. Entretanto, a concentração destes

açúcares pode ser mascarada por altos teores de compostos sulfurosos, dando a sensação de pungência no paladar quando a cebola é consumida. A presença de açúcares redutores (frutose e glicose) na cebola pode afetar a qualidade dos produtos desidratados, notadamente a coloração (KAHANE et al., 2001).

4.2 Análise de agrupamento dos genótipos cultivados em Santa Catarina

A partir dos valores médios encontrados para os parâmetros químicos, e mediante análise de agrupamentos (método de Ward), obteve-se o dendograma, que tem por objetivo encontrar os grupos mais homogêneos. Com esta análise é possível agrupar observações, indivíduos em grupos, de modo que as observações de um mesmo grupo se pareçam mais entre si do que as observações de outros grupos, utilizando todas as variáveis disponíveis e representa-las através de um dendograma. Para determinar o número de grupos formado no dendograma é feito um ponto ótimo de corte (mais conveniente). No presente trabalho o ponto ótimo para o corte foi 0,1, representado pela linha na Figura 8.

A Análise de Componentes Principais (ACP) é utilizada para reduzir variáveis através de critérios objetivos, permitindo a construção de gráficos bidimensionais que contenham maior informação estatística. Foi utilizado como critério as variáveis com autovalor maior que 0,7, desprezando-se as variáveis que forem menores que este valor. Para análise de agrupamentos por componentes principais de 18 genótipos de cebola e dos 9 caracteres químicos existentes nas Tabela 4.1.1 e Tabela 4.1.2, foram selecionados os seguintes: sólidos solúveis totais, sólidos totais, açúcares não-redutores e pungência química, devido a alta correlação apresentada e utilizando-se o

critério proposto por Joliffe (1973 apud MARCHINI 2005). Para encontrar a variação dos resultados na análise dos componentes principais, é realizada a soma da porcentagem acumulada dos fatores (Figura 8). A análise dos componentes principais revelou a existência de dois fatores ortogonais entre si, responsáveis pela variação de 70,67% dos resultados encontrados.

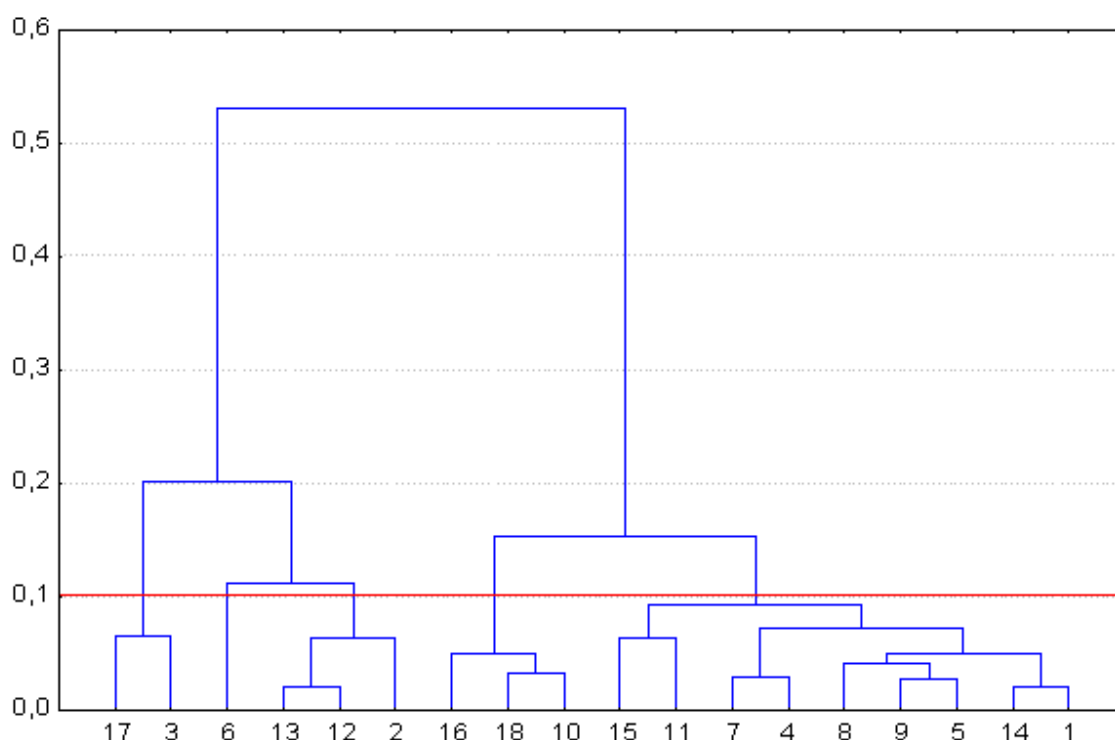
Os resultados das estimativas de variância (autovalores) obtidos encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7: Estimativas das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas através da análise de componentes principais considerando os 18 genótipos de cebola, cultivados em Santa Catarina, e 9 caracteres químicos.

Componentes principais	Genótipos de cebola	
	Autovalores	% acumulada
Fator 1	4,92	54,73
Fator 2	6,36	15,93

Mardia, Keni e Bibby (1979), afirmam que se numa análise de componentes principais os dois ou três primeiros componentes acumularem uma porcentagem relativamente alta da variação total, em geral mais de 70 %, eles explicariam a variabilidade manifestada entre as variedades avaliadas. No caso presente, observa-se que foram necessários dois componentes principais para explicar 70% da variância total disponível entre os caracteres químicos. Assim constata-se uma considerável dispersão da variância no material estudado, razão pela qual optou-se pela análise de Cluster.

Os dados da análise de Cluster podem ser observados no dendograma da Figura 8.



Legenda: 1 - CNPH 6415; 2 - CNPH 6074; 3 - 'Granex 429'; 4 - CNPH 6244; 5 - CNPH 6040; 6 - CNPH 6947; 7 - 'BRS Cascata'; 8 - 'Valencianita' x 'Aurora'; 9 - 'Primavera' x 'Pêra norte', 10 - 'Pêra norte' x 'Primavera'; 11 - 'Belém IPA 9'; 12 - CNPH 6400 chata; 13 - CNPH redonda; 14 - 'Crioula Alto Vale'; 15 - 'Bola Precoce'; 16 - 'Primavera'; 17 - 'Régia'; 18 - 'Texas Grano 1015 Y'.

Figura 8: Dendrograma e distância euclidiana média dos genótipos de cebola, cultivados em Santa Catarina, para as características químicas.

Pela Figura 8 observa-se que foram formados 5 grupos os quais podem ser identificados a seguir.

O grupo 1, representado pelas cultivares Granex 429 e Régia, apresentou os teores mais baixos para sólidos solúveis totais (6,06 – 6,73 °Brix), açúcares totais (3,66 – 4,44%), açúcares não-redutores (próximo a 0,5%) e pungência (próximo a 5 $\mu\text{mol/g}$).

O grupo 2, representado pela seleção CNPH 6947, apresentou sólidos totais próximo a 9,5%; sólidos solúveis totais em torno de 8,5; açúcares redutores de 3,15%. Este grupo teve o mais baixo teor de açúcares totais (4,16%) e o maior conteúdo de pungência química (7,61 $\mu\text{mol/g}$) entre os genótipos.

O grupo 3 foi formado pelas seleções CNPH 6074, CNPH 6400 chata, CNPH 6400 redonda, apresentou teores de sólidos totais em torno de 9%; sólidos solúveis próximo a 8%; açúcares totais em torno de 5%; açúcares redutores próximo a 3%; açúcares não-redutores em torno de 1,70%; pungência química de 5,4 – 6,52 $\mu\text{mol/g}$.

O grupo 4, formado pelos genótipos 'Primavera' e Pêra Norte x 'Primavera', 'Texas grano 1015 Y', apresentou sólidos totais próxima a 11%; ; sólidos solúveis totais em torno de 9,5 °Brix; média de açúcares redutores ao redor de 3,3%; pungência química em torno de 6,5 $\mu\text{mol/g}$. Este grupo teve os mais altos teores de açúcares totais (7,24 – 7,33%) e de açúcares não-redutores (4,02 – 4,6%)

O grupo 5, formado pelas cultivares Bola precoce, Belém Ipa 9, Crioula Alto Vale, BRS cascata, e pelos genótipos 'Valencianita'x 'Aurora', 'Primavera'x 'Pêra Norte', CNPH 6415, CNPH 6040 e CNPH 6244, apresentou os maiores teores de sólidos solúveis totais entre os genótipos (próximo a 11 °Brix); sólidos totais em torno de 11%; açúcares totais de 6,5%; açúcares redutores em torno de 4%; açúcares não-redutores próximo a 3%; pungência química em torno de 6,5 $\mu\text{mol/g}$.

4.3 Correlações lineares simples dos genótipos frescos

A Tabela 8 mostra os resultados da análise de correlação entre os parâmetros químicos, físico-químicos e sensorial. Foram obtidos correlações positivas entre pungência química, sólidos solúveis, acidez, açúcares totais e açúcares não-redutores.

Os resultados estão similares aos de Randle (1992) que encontrou altas correlações entre sólidos solúveis totais e açúcares totais, e por Lin et al. (1995) e Galmarini et al., 2001, que demonstraram correlações positivas de valores moderados (média de 0,5) entre pungência química e sólidos solúveis totais. Alguns autores também constataram correlações positivas significativas entre açúcares totais, sólidos solúveis e sólidos totais (KAHANE et al., 2001 e RANDLE e BUSSARD, 1993).

Observa-se uma alta correlação (0,92) entre pungência química e sensorial. Desta forma, é possível afirmar que uma análise sensorial com atributo "odor" é segura e apresenta resultados de reprodutibilidade quando comparada com o método de quantificação de pungência.

Tabela 8: Correlações entre as características químicas, físico-químicas e sensorial dos genótipos de cebola, cultivados Santa Catarina.

	Sólidos solúveis totais	Acidez	Sólidos totais	Açúcares totais	Açúcares redutores	Açúcares não-redutores	Pungência sensorial
Pungência	0,68*	0,80*	0,57*	0,50	-0,04	0,44*	0,92*
Sólidos solúveis totais		0,78*	0,74*	0,67*	0,05	0,68*	0,62*
Acidez			0,57*	0,53*	0,01	0,60*	0,73*
Sólidos totais				0,71*	0,16	0,64*	0,47
Açúcares totais					0,27	0,92*	0,53*
Açúcares redutores						-0,12	0,06
Açúcares não-redutores							0,55*

*p < 5,0%

Observa-se que a acidez apresenta correlação tanto com a pungência química, quanto com a sensorial. Como foi discutido anteriormente, esta relação pode ser explicada pelo fato de que a acidez é expressa em porcentagem de ácido pirúvico, e a pungência é determinada pelo teor de ácido pirúvico liberado enzimáticamente.

Sólidos totais foi correlacionado com sólidos solúveis totais e açúcares totais.

4.4 Análises químicas e sensorial dos genótipos desidratados

Através dos resultados das determinações de pungência (concentração de ácido pirúvico) para as amostras da cebola em estado fresco e do produto desidratado, obteve-se os percentuais de perda de pungência em relação à cebola fresca, cujos resultados estão apresentados na Tabela 9. Os genótipos que apresentaram maior teor de ácido pirúvico quando frescos, não refletiram este valor

quando desidratados, ou seja, apresentaram de modo geral maior perda de ácido pirúvico.

Tabela 9: Perda de pungência, pungência sensorial e cor dos genótipos de cebola desidratados.

Genótipo	Perda pungência (%)	Pungência Sensorial (odor)	COR			°Hue
			L	a	b	
CNPH 6415	33,48	5,31 ^a	82,23 ^{bcde}	0,66 ^{bcd}	23,38 ^{abc}	88,41 ^{ab}
CNPH-6074	23,07	4,84 ^b	85,46 ^{abc}	-1,16 ^{ef}	20,46 ^{efg}	86,73 ^{abc}
‘Granex 429’	12,36	4,51 ^{bc}	77,06 ^f	3,73 ^a	25,46 ^a	81,67 ^d
CNPH 6244	47,03	4,19 ^{cd}	85,63 ^{ab}	-0,33 ^{cdef}	19,43 ^{fg}	89,00 ^a
CNPH-6047	47,73	3,96 ^{de}	82,38 ^{abcde}	0,00 ^{cdef}	23,46 ^{abc}	88,68 ^a
‘BRS-Cascata’	37,24	3,63 ^{def}	81,33 ^{de}	0,300 ^{cde}	23,76 ^{ab}	88,32 ^{ab}
‘Valencianita’ x ‘Aurora’	37,05	3,30 ^{fg}	86,13 ^a	-1,46 ^{ef}	20,73 ^{defg}	85,96 ^{abc}
‘Primavera’ x Pêra Norte	51,78	3,05 ^{gh}	84,80 ^{abcd}	-0,76 ^{cdef}	21,43 ^{cdef}	87,94 ^{ab}
Pêra Norte x ‘Primavera’	46,16	2,69 ^{hi}	84,06 ^{abcde}	-0,77 ^{cdef}	22,46 ^{bcde}	88,01 ^{ab}
‘Belém IPA 9’	39,10	2,15 ^j	80,76 ^{ef}	2,33 ^{ab}	22,86 ^{bcd}	84,28 ^{bc}
CNPH- 6400 chata	66,46	2,51 ^k	84,26 ^{abcde}	-0,70 ^{cdef}	21,66 ^{bcde}	88,14 ^{ab}
‘Crioula Alto Vale’	63,14	1,00 ^l	85,23 ^{abc}	-2,10 ^f	18,83 ^g	83,67 ^{cd}
‘Bola Precoce’	57,76	4,10 ^{de}	85,80 ^a	-0,90 ^{def}	20,56 ^{defg}	87,50 ^{ab}
‘Primavera’	57,48	3,10 ^h	83,23 ^{abcde}	1,03 ^{bc}	22,26 ^{bcde}	87,34 ^{abc}
‘Régia’	39,42	1,03 ^l	81,68 ^{cde}	0,83 ^{bcd}	23,85 ^{ab}	88,00 ^{ab}

*Médias na vertical com diferentes letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%

É desejável que a cebola desidratada seja mais clara quanto possível, pois um produto que apresente coloração mais escura além de limitar sua aceitação comercial, também pode desenvolver sabor e odor impróprios.

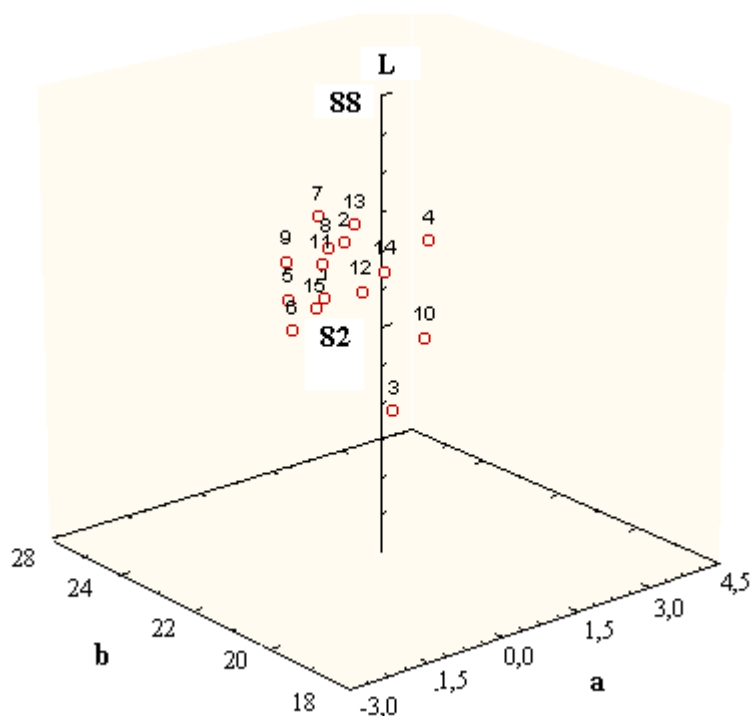
Portanto torna-se clara a importância da cor em um produto desidratado, uma vez que ela é um dos primeiros contatos visuais, podendo indicar de forma imediata sua aceitação ou rejeição por parte dos consumidores. A análise final da

cor de qualquer produto lhe garante um padrão de qualidade de mercado, exigido mundialmente.

Os resultados de cor (L^* , a^* , b^* e $^\circ\text{Hue}$) podem ser visualizados na Tabela 9 e Figura 9. A coloração dos genótipos desidratados apresentou tonalidade creme (ver APÊNDICE – B, fotografias 1, 2 e 3). Os parâmetros, L^* elevados, b^* positivos e a^* mais baixo ou negativo, são os melhores índices para indicar coloração creme. Os menores valores de L^* , indicando menor luminosidade, foram apresentados pelas cultivares Granex 429 (77,06) e Belém IPA 9 (80,76), sendo estas últimas apresentaram valores muito próximos da BRS Cascata. Os maiores valores de luminosidade (82,38 a 86,13) foram apresentados pelos genótipos Valencianita x Aurora, 'Bola precoce', CNPH 6244, CNPH 6074, 'Crioula Alto Vale', 'Primavera' x 'Pêra Norte', CNPH 6400 chata, 'Pêra Norte' x 'Primavera', 'Primavera' e CNPH 6947. Os menores valores de luminosidade foram observados nos genótipos 'Granex 429' e 'Belém IPA 9' com 77,06 e 80,74, respectivamente.

Os valores baixos e até negativos de a^* indicam pouca pigmentação do vermelho e presença de verde na cor do produto. As cultivares Granex 429 e IPA 9 apresentaram maiores valores positivos de a^* indicando menor porcentagem de verde; já a cultivar Crioula Alto Vale obteve valor mais negativo.

Os genótipos 'Granex 429', 'Régia', 'BRS Cascata', CNPH6947 e CNPH6415, obtiveram maiores valores de b^* indicando maior intensidade do amarelo, enquanto os genótipos Crioula Alto Vale, CNPH 6244, CNPH 6074, 'Bola Precoce' e 'Valencianita' x Aurora apresentaram os menores valores. Quanto ao $^\circ\text{Hue}$, os valores mais altos (89,00 a 85,96) foram obtidos pelos genótipos CNPH 6244, CNPH 6947, CNPH 6415, CNPH 6400 chata, 'Primavera x 'Pêra Norte', 'BRS Cascata', CNPH 6074, 'Régia', 'Bola Precoce', 'Primavera' e 'Valencianita' x 'Aurora'. Os menores valores foram obtidos pelas cultivares Granex 429 e Crioula Alto Vale com 81,67 e 83,67, respectivamente.



Legenda: 1 - CNPH 6415; 2 - CNPH 6074; 3 - 'Granex 429'; 4 - CNPH 6244; 5 - CNPH 6947; 6 - 'BRS Cascata'; 7 - 'Valencianita' x 'Aurora'; 8 - 'Primavera' x 'Pêra norte'; 9 - 'Pêra norte' x 'Primavera'; 10 - 'Belém IPA 9'; 11 - CNPH 6400 chata; 12 - 'Crioula Alto Vale'; 13 - 'Bola Precoce'; 14 - 'Primavera'; 15 - 'Régia'.

Figura 9: Representação gráfica de valores de L, a e b obtidos em colorímetro de Hunter de 15 genótipos de cebola cultivados em Santa Catarina.

Na Figura 9 pode-se visualizar que os genótipos 4 (CNPH 6244), 10 ('Belém IPA 9') e 3 ('Granex 429') destoaram-se dos demais genótipos. Isto pode ser explicado pelo fato de que, o genótipo CNPH 6244 apresentou o maior valor do °Hue e alta luminosidade (L), obtendo desta forma uma coloração mais clara, ao contrário, as cultivares 'Granex 429' e 'Belém IPA 9', por apresentarem menor valor do °Hue e menor luminosidade (L) apresentaram uma coloração mais escura comparada aos demais genótipos.

4.5 Correlações lineares entre os genótipos frescos e desidratados

Os coeficientes das correlações calculadas para a relação entre as médias dos valores de Hunter de 'L', 'a', 'b', °Hue, sólidos solúveis e açúcares totais, redutores e não-redutores estão apresentados na Tabela 10.

Foram obtidas correlações positivas entre sólidos solúveis, açúcares totais, açúcares não-redutores e perda de pungência, e negativas com relação a 'b'.

As correlações entre as características avaliadas demonstram que o conteúdo de sólidos solúveis está diretamente associado com a perda de pungência e que os açúcares redutores não influenciaram na coloração dos genótipos de cebola desidratados, embora os açúcares totais e os açúcares não-redutores tenham influenciado na luminosidade do produto desidratado.

Tabela 10: Correlações entre sólidos solúveis totais, açúcares e coloração Hunter 'L', 'a', 'b' e °Hue.

VARIÁVEIS	L	a	b	°Hue	Perda de pungência
Sólidos solúveis totais	0,49	0,18	-0,54*	0,06	0,65*
Açúcares totais	0,53*	-0,22	-0,40	0,40	0,51
Açúcares redutores	0,19	-0,34	-0,13	0,41	0,31
Açúcares não-redutores	0,53*	-0,11	-0,40	0,26	0,43

*Valores médios são significativos ao nível de 5%.

4.6 Determinação química e pungência sensorial de bulbos de genótipos de cebola cultivados no Rio Grande do Sul

Segundo a Tabela 11, observa-se que os resultados químicos, físico-químicos e pungência sensorial variaram entre os genótipos situando-se na faixa de: pH (5,60 a 5,72), sólidos solúveis totais (5,40 a 10,60%), acidez (0,15 a 0,24%), sólidos totais (7,64 a 12,30%) e pungência química (5,92 a 10,64 $\mu\text{mol/mL}$).

Merece destaque o genótipo 'Valencianita' x 'Aurora' que apresentou teor mais elevado de sólidos totais (12,30) e, como comentado anteriormente, esta característica parece ser um fator limitante na escolha das cultivares mais aptas para desidratação. A cultivar Granex 429 obteve o menor com 7,64% teor para esta característica. Estes resultados foram superiores aos encontrados por Díaz (1994) e Chagas et al., 2004. Stringheta e Buso (1982) encontraram valores superiores

quando estudaram a influência da matéria-prima na qualidade do produto desidratado, obtendo valores de sólidos totais de 14 a 20 %. Valores inferiores de sólidos totais para a cultivar Primavera e valores superiores para 'Granex 429', foram apresentados por Randle e Bussard (1993).

Tabela 11: Médias para as características químicas e pungência sensorial de genótipos de cebola cultivados no RS.

GENÓTIPO	SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS° (°BRIX)	SÓLIDOS TOTAIS (%)	pH	ACIDEZ (% de ácido pirúvico)	PUNGÊNCIA	
					QUÍMICA (μmol/gmL ácido pirúvico)	SENSORIAL (ODOR)
CNPH 6415	10,40 ^{ab}	11,88 ^b	5,60 ^a	0,19 ^c	6,23 ^c	3,88 ^g
CNPH 6074	9,00 ^e	8,61 ^h	5,72 ^a	0,22 ^{abc}	5,92 ^c	2,30 ⁱ
'Granex 429'	6,60 ^f	7,64 ⁱ	5,69 ^a	0,23 ^{ab}	7,16 ^d	5,03 ^f
'Valencianita' x 'Aurora'	10,20 ^b	12,30 ^a	5,69 ^a	0,21 ^{abc}	7,77 ^{cd}	6,63 ^d
'Primavera' x 'Peranorte'	5,40 ^g	9,62 ^g	5,64 ^a	0,22 ^{abc}	8,36 ^{bc}	7,11 ^c
'Peranorte' x 'Primavera'	9,60 ^c	9,89 ^{fg}	5,62 ^a	0,24 ^a	8,61 ^b	7,57 ^b
'Belém IPA 9'	10,60 ^a	11,26 ^c	5,68 ^a	0,22 ^{ab}	7,46 ^d	5,55 ^e
'Crioula Alto Vale'	5,66 ^g	10,14 ^e	5,66 ^a	0,22 ^{ab}	10,64 ^a	8,22 ^a
'Bola precoce'	9,20 ^{de}	10,03 ^f	5,66 ^a	0,15 ^d	7,80 ^{cd}	5,81 ^e
'Primavera'	9,40 ^{cd}	10,61 ^d	5,61 ^a	0,20 ^{bc}	6,09 ^c	3,07 ^h

*Médias na vertical com diferentes letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%

Quanto ao teor de pungência a cultivar Crioula Alto Vale obteve maior teor com 10,64 μmol/g, ao contrário, os genótipos 'Granex 429', 'Belém IPA 9', 'Valencianita x 'Aurora' e 'Bola Precoce' obtiveram os menores valores (7,16 a 7,80 μmol/g). Chagas et al. (2004), avaliando cultivares no sul de Minas Gerais, entre elas Granex 33 e Texas Grano-502, encontraram valores inferiores para pungência com 3,06 e 5,08 μmol/g, respectivamente. Kopsell e Randle (1997) obtiveram maiores valores de ácido pirúvico para cultivares caracterizadas como suaves ou doces (6,3 a 9,6 μmol/g) e, em cultivares para armazenamento caracterizadas como pungentes (incluindo àquelas utilizadas para desidratação), obtiveram teores de 7,5 a 12,8 μmol/g.

Os maiores teores de sólidos solúveis totais foram obtidos pelos genótipos 'Belém IPA 9' e CNPH 6415 e o menor teor foi apresentado por 'Granex 429'. Os

genótipos estudados não apresentaram valores de sólidos solúveis totais adequados para desidratação, pois segundo Voss (2005), as cultivares para desidratação utilizadas atualmente possuem um conteúdo que varia de 15 – 20%, aproximadamente, para variedades de dias curtos, e de 20 –25% para variedades de dias longos.

Os genótipos Valencianita x Aurora, CNPH 6947 e CNPH 6040 foram classificadas com pungência intermediária e demais variedades foram classificadas com fracas.

Tabela 12: Médias dos genótipos de cebola para açúcares totais, redutores e não-redutores cultivados no RS.

Genótipo	Açúcares (%)		
	Totais	Redutores	Não redutores
CNPH 6415	4,86 ^e	3,32 ^f	1,54 ^e
CNPH 6074	6,97 ^c	4,92 ^a	2,05 ^d
‘Granex 429’	8,09 ^b	3,44 ^{ef}	4,64 ^{ab}
‘Valencianita’ x ‘Aurora’	9,90 ^a	5,12 ^a	4,77 ^a
‘Primavera’ x ‘Peranorte’	6,23 ^d	4,68 ^b	1,55 ^e
‘Peranorte’ x ‘Primavera’	7,1 ^c	4,17 ^c	2,93 ^c
‘Belém IPA 9’	8,21 ^b	3,38 ^{ef}	4,83 ^a
‘Crioula Alto Vale’	7,06 ^c	3,58 ^e	3,47 ^c
‘Bola precoce’	8,01 ^b	3,83 ^d	4,16 ^b
‘Primavera’	6,68 ^{cd}	3,58 ^e	3,1 ^c

*Médias na vertical com diferentes letras indicam diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%

Conforme a Tabela 12, observa-se que o genótipo ‘Valencianita’x‘Aurora’ sobressaiu-se com maior teor de açúcares totais (9,90%), enquanto os genótipo ‘Primavera’x ‘Pêra Norte’ obtiveram os menores teores com 6,23% e 6,68%, respectivamente.Quanto aos açúcares redutores os genótipos que apresentaram os maiores valores foram ‘Valencianita’x‘Aurora’ (5,12%) e CNPH 6074 (4,92%). Os valores mais baixos situaram-se de 3,32 a 3,44% sendo que CNPH 6415 obteve o menor teor não diferindo significativamente das cultivares Belém IPA 9 e Granex 429. O genótipo ‘Valencianita’x‘Aurora’ sobressaiu-se com maior valor de açúcares não-redutores diferindo dos demais genótipos. Os teores mais baixos foram obtidos por CNPH 6415 (1,54%) e ‘Primavera’x‘Pêra Norte’ (1,55%). De maneira geral, o genótipo ‘Valencianita’x‘Aurora’ apresentou os maiores teores de açúcares totais, redutores e não-redutores e, a seleção CNPH 6415 obteve os menores teores para

estas características. Resultados inferiores foram determinados por Chagas et al. (2004) para açúcares totais, redutores e não-redutores.

4.7 Análise de agrupamento dos genótipos cultivados no Rio Grande do Sul

A partir dos valores médios encontrados para os parâmetros químicos, e mediante análise de agrupamentos (método de Ward), obteve-se o dendograma, que tem por objetivo encontrar os grupos mais homogêneos. Este método foi anteriormente discutido no item 4.2.

No presente trabalho o ponto ótimo para o corte foi 0,1, representado pela linha na Figura 9.

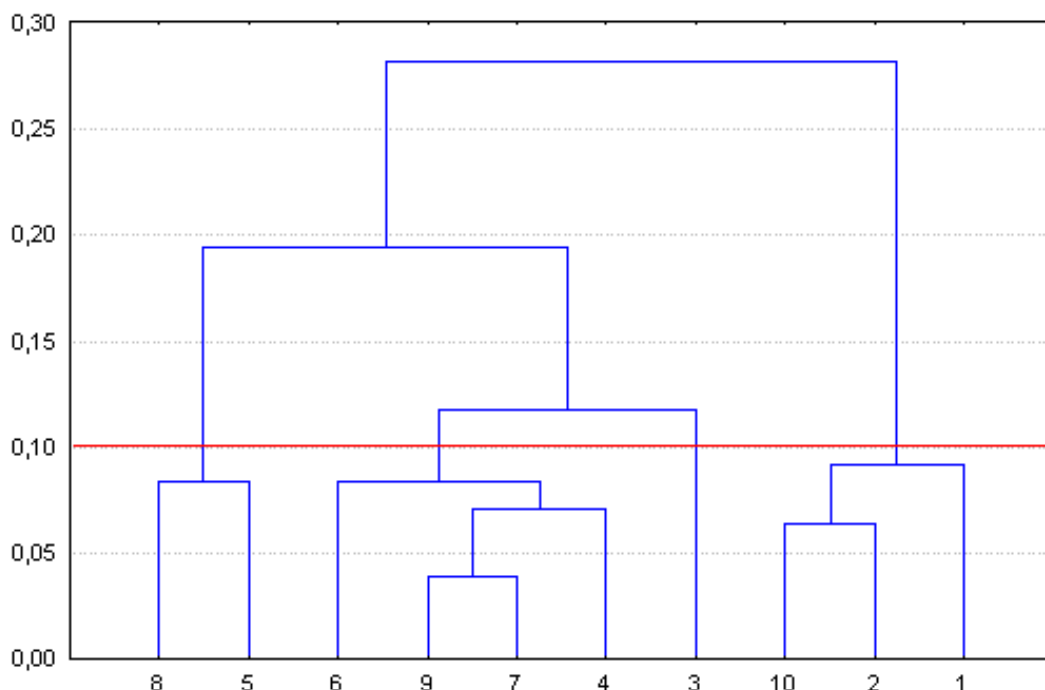
Para análise de agrupamentos por componentes principais de 10 genótipos de cebola e dos 9 caracteres químicos existentes nas Tabela 11 e Tabela 12, foram selecionados os seguintes: sólidos solúveis totais, sólidos totais, açúcares não-redutores e pungência química, devido a alta correlação apresentada e utilizando-se o critério proposto por Joliffe (1973 apud MARCHINI 2005). A análise dos componentes principais revelou a existência de dois fatores ortogonais entre si, responsáveis pela variação de 57,47% dos resultados encontrados.

Os resultados das estimativas de variância (autovalores) obtidos encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13: Estimativas das variâncias (autovalores) e porcentagem acumulada da variância total (%), obtidas através da análise de componentes principais considerando os 10 genótipos de cebola, cultivados no RS, e 9 caracteres químicos.

Componentes principais	Genótipos de cebola	
	Autovalores	% acumulada
Fator 1	2,57	32,19
Fator 2	4,59	25,28

Os dados da análise de Cluster podem ser observados no dendograma da Figura 9.



Legenda: 1 - CNPH 6415; 2 - CNPH 6074; 3 - 'Granex 429'; 4 - 'Valencianita' x 'Aurora'; 5 - 'Primavera' x 'Pêra norte'; 6 - 'Pêra Norte' x 'Primavera'; 7 - 'Belém IPA 9'; 8 - 'Crioula Alto Vale'; 9 - 'Bola Precoce'; 10 - 'Primavera'.

Figura 9: Dendograma e distância euclidiana média dos genótipos de cebola, cultivados no Rio Grande do Sul, para as características químicas.

Pela Figura 9, observa-se que foram formados 4 grupos, os quais podem ser identificados a seguir.

O grupo 1, representado pelos genótipos 'Crioula Alto Vale' e 'Valencianita' x 'Aurora', apresentou os teores mais baixos para sólidos solúveis totais (5,4 a 5,66 °Brix) e para açúcares totais (próximo a 7,0%); os mais altos teores de pungência química (próximo a 9 $\mu\text{mol/g}$); açúcares não-redutores de 1,55 a 3,47%.

O grupo 2, formado pelos genótipos 'Pêra Norte' x 'Primavera', 'Valencianita' x 'Aurora', 'Bola precoce' e 'Belém IPA 9', apresentou os maiores teores de sólidos totais (9,89 a 12%). O conteúdo de açúcares totais variou de 7,1 -

9,9%; sólidos solúveis totais em torno de 10 °Brix; teor açúcares não-redutores 2,93 – 4,77%; pungência química próximo a 8,0 $\mu\text{mol/g}$.

O grupo 3, representado pela cultivar Granex 429, apresentou o menor conteúdo de sólidos totais (7,65%); açúcares totais próximo a 6%; sólidos solúveis totais em de 9,4 °Brix; açúcares não-redutores com teor de 3,1%.

O grupo 4 foi formado pelas seleções CNPH 6074, CNPH 6415 e pela cultivar Primavera, e apresentou teores de sólidos totais de 8,60 – 11,88%; sólidos solúveis próximo a 10%. Este grupo apresentou os menores teores de pungência química (próximo a 6 $\mu\text{mol/g}$), de açúcares totais (4,86 – 6,89%) e de açúcares não redutores (próximo a 2%).

4.8 Comparação dos resultado entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul

Os resultados das características químicas variaram entre os locais de plantio, sendo que no Rio Grande do Sul (RS) a pungência química situou-se na faixa 5,92 a 10,64 μmol e, em Santa Catarina (SC), de 4,84 a 6,97 $\mu\text{mol/g}$. Os genótipos CNPH 6415, CNPH 6074 mantiveram os teores de pungência química com média de 6,5 e 5,5 $\mu\text{mol/g}$, respectivamente, tanto em SC quanto no RS. Isto significa que, para estes genótipos, a característica de pungência pode ter um caráter altamente herdável (fator genético). Ao contrário, as cultivares Granex 429 (7,16 $\mu\text{mol/g}$ no RS e 4,84 $\mu\text{mol/g}$ em SC) e Crioula Alto Vale (10,64 $\mu\text{mol/g}$ no RS e 6,82 $\mu\text{mol/g}$ em SC) obtiveram grande variação de pungência entre os locais. Randle e Bussard (1993) avaliando algumas cultivares de dias curtos, incluindo 'Primavera' e 'Granex 429', obtiveram maiores teores de pungência com 4,3 $\mu\text{mol/g}$ e 4,4 $\mu\text{mol/g}$, em solo com alta fertilidade de enxofre e, menores teores de pungência em solo com baixa fertilidade de enxofre com 2,6 $\mu\text{mol/g}$ e 2,8 $\mu\text{mol/g}$, respectivamente.

O "flavor" da cebola é determinada pela interação entre combinações de enxofre que darão a pungência e o conteúdo de carboidratos. Geralmente, cultivares

de cebola para armazenamento produzidas em altas latitudes (cultivares de dias longos) são altamente pungentes e possuem alto conteúdo de sólidos totais e baixos teores de açúcares solúveis. Em contraste, cebolas selecionadas para baixa latitude (cultivares precoces) geralmente são menos pungentes e possuem menor conteúdo de sólidos totais e maiores teores de açúcares simples (frutose e glicose) que conferem a doçura (MACCLLUM et. al., 2001). Isto pode explicar o fato de que as cebolas produzidas no RS (maior latitude) apresentaram, em geral, maior pungência e maior conteúdo de sólidos totais, enquanto que as cultivares produzidas em SC (menor latitude) apresentaram pungência mais suave e menor conteúdo de sólidos totais.

Segundo este mesmo autor, a relação entre armazenamento, pungência e sólidos totais não é, contudo, completamente compreendida, entretanto, recentes estudos genéticos e fisiológicos indicaram que estes fatores poderiam ser alterados por melhoramento genético através de seleção. Com o conhecimento destes caracteres genéticos e com a utilização de novas tecnologias, é possível manipular os genótipos de cebola para a finalidade de uso desejada.

Os resultados de pungência sensorial apresentaram regular odor (3,99 a 7,35) em Santa Catarina, enquanto que no Rio Grande do Sul variaram de ligeiro a forte (2,4 a 8,2).

Na comparação de açúcares, o Rio Grande do Sul apresentou, de modo geral, maior conteúdo de açúcares totais (4,86 – 9,9 %), açúcares redutores (3,32 – 5,12%) e açúcares não-redutores (1,54 – 4,77%). Enquanto que em Santa Catarina os teores de açúcares totais situaram-se entre 3,66 a 7,35%; açúcares redutores entre 2,69 a 4,08%; açúcares não-redutores de 0,49 a 4,60%.

De acordo com a escala de pungência referida anteriormente no item 2.4.1 e 4.1, todos os genótipos produzidos em Santa Catarina foram classificados como doces, exceto para a cultivar Granex 429 classificada como muito doce. No Rio Grande do Sul, os genótipos 'Primavera' x 'Pêra Norte', 'Pêra Norte' x 'Primavera' e 'Crioula Alto Vale' foram classificados como intermediárias, e os demais genótipos foram classificados como doces.

Conforme pode ser observado na Tabela 14, as correlações para as características químicas entre os locais é baixa, principalmente para açúcares (totais, redutores e não redutores). Nos resultados obtidos por Randle e Bussard (1993) os níveis de fertilidade de enxofre no solo influenciaram significativamente a concentração de açúcares (Glicose e sacarose) e de pungência em cultivares de dias curtos, produzidas para o mercado “in natura”.

Com os resultados apresentados, é possível afirmar que houve influência do local de plantio na intensidade de pungência dos mesmos genótipos de cebola cultivadas em locais distintos. Entretanto, obteve-se uma alta correlação ($r=0,92$ no Rio Grande do Sul e $r=0,95$ em Santa Catarina) entre as análises de pungência química e sensorial das variedades independente do local de plantio. Estas características, principalmente a pungência e o conteúdo de açúcares, são dependentes originalmente do fator genético, mas também podem sofrer variações conforme a disponibilidade de enxofre no solo (RODRIGUES et al., 2003, KAHANE et al. 2001, MACCALUM et al., 2001 e RANDLE et al. 1997).

Tabela 14: Correlações entre as características químicas dos genótipos de cebola cultivados no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Variável	Correlação
Pungência química	0,54
Pungência sensorial	0,54
Sólidos totais	0,38
Sólidos solúveis totais	0,38
Açúcares totais	0,06
Açúcares redutores	0,17
Açúcares não-redutores	0,13

$p \geq 0,05$

É possível que os solos do Rio Grande do Sul possuam uma maior disponibilidade de enxofre, mas, para comprovar essa hipótese seria necessária uma avaliação da composição do solo nos dois locais onde foram produzidos os genótipos.

Levando-se em consideração que cebolas com menor pungência são desejáveis quando forem destinadas para o mercado fresco, e que, ao contrário,

cebolas que apresentem alta pungência e alto conteúdo de sólidos totais são mais apropriadas para desidratação e, com base nos resultados obtidos no dendograma, torna-se possível selecionar, por grupos, os genótipos mais indicados para processamento e para consumo fresco.

No RS, o grupo 2, formado pelos genótipos 'Pêra Norte' x 'Primavera', 'Valencianita' x 'Aurora', Bola precoce e 'Belém IPA 9', e o grupo 5, representando SC, formado pelas cultivares Bola precoce, Belém IPA 9, Crioula Alto Vale, BRS cascata, e pelos genótipos 'Valencianita' x 'Aurora', 'Primavera' x 'Pêra Norte', CNPH 6415, CNPH 6040 e CNPH 6244, apresentaram, em geral, os maiores teores de sólidos totais e de pungência química e são mais indicados à desidratação.

Sugere-se ainda, os genótipos de SC que formam o grupo 1, representado pelas cultivares Régia e Granex 429, e o grupo 4 do RS constituídos por CNPH 6074, CNPH 6415 e 'Primavera', apresentaram os menores teores de pungência química e por esse motivo são mais indicados para consumo fresco.

Tendo como referência às seleções e cultivares estudadas neste trabalho, pode-se considerar ainda, que genótipos de cebola apropriados para desidratação, necessitam passar por adaptação e/ou melhoramento genético, pois apresentam baixo teor de sólidos totais (<12%), quando comparadas as cultivares próprias para desidratação (<20%), e baixo teor de pungência (classificadas como doces e intermediárias).

CONCLUSÕES

As seleções e cultivares apresentaram variação significativa para as características avaliadas, confirmando, dessa forma, que o fator genético influi consideravelmente na caracterização química e sensorial de cada material e conseqüentemente na qualidade final do produto desidratado.

Houve influência do local de plantio, pois as correlações para as características químicas entre RS e SC são baixas, principalmente para açúcares (totais, redutores e não-redutores).

No RS o grupo 2, formado pelos genótipos 'Pêra Norte' x 'Primavera', 'Valencianita' x 'Aurora', 'Bola precoce' e 'Belém IPA 9' e o grupo 5 representando SC, formado pelas cultivares Bola precoce, Belém IPA 9, Crioula Alto Vale, BRS cascata, e pelos genótipos 'Valencianita' x 'Aurora', 'Primavera' x 'Pêra Norte', CNPH 6415, CNPH 6040 e CNPH 6244, de maneira geral, foram os grupos que apresentaram melhor desempenho nas características desejáveis para a desidratação. Destacam-se, ainda, os genótipos 'Bola Precoce', 'Belém IPA 9' e 'Valencianita' x 'Aurora' por apresentarem atributos de qualidade para desidratação tanto em SC quanto no RS.

Foi verificada uma alta correlação entre pungência química e sensorial tanto para os genótipos frescos quanto para os desidratados. Desta forma, pode-se afirmar que uma análise sensorial com atributo de odor é segura e apresenta resultados de reprodutibilidade quando comparada com o método de quantificação de pungência.

Portanto, o presente experimento atingiu seu objetivo que foi avaliar a influência dos fatores genético e ambiental nas características químicas, sensoriais e aptidão para desidratar cebolas adaptadas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

AOAC - **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Horwitz, W., ed. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists, 2000.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **Escalas utilizadas em Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas** – NBR – 14141. Rio de Janeiro, 1998. 3 p.

BARBIERI, L.R.; MEDEIROS, A.R.M. **Cebola: ciência, arte e história**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2005. 154 p.

BOITEUX, L.S.; MELO, P.C.T. **Sistema de produção de cebola (*Allium cepa* L.): Taxonomia e origem**. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cebola/index.htm>. Acesso em: 02 set. 2005.

BREWSTER, J.L. **Onions and other cultivated alliums**. Wallingford: CAB International, 1994. 236 p.

CHAGAS, S. J. R.; RESENDE, G. M.; PEREIRA, L. V. Características qualitativas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 102-106, 2004.

CHEMELO, E. **Química na cozinha apresenta: As cebolas**. Disponível em: www.ciadaescola.com.br/zoom/materia.asp?materia=263. Acesso em: 28 março 2006.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: **Fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CROWTHER, T.; COLLIN, H. A.; SMITH, B.; TOMSETT, A. B.; O'CONNOR, D.; JONES, M. G. Assessment of the flavour of fresh uncooked onions by taste-panels and analysis of the flavour precursors, pyruvate and sugars. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 85. p. 112-120, 2005.

DARBYSHIRE, B. & HENRY, R. J. The distribution of fructans in onions. **New Phytologist**. V.81, p.29-34, 1978.

DE VRIES, J.N.; WIETSMAN, W.A.; JONGERIUS, M.C. Introgression of leaf blight resistance from *A. roylei* Stearn into onion (*A. cepa*), **Euphytica**, Wageningen, v. 62, p. 127-133, 1992.

DÍAZ, R.T. Evaluacion de 12 cultivares de cebollas para deshidratación en la depresión de Quibor-Venezuela. **Agronomía Trop**, v. 44, n. 4, p. 693-698, 1994.

DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Champagnat, 1993. 123 p.

FEENWICK, G.R.; HANLEY, A.B. The genus *Allium* – part 3. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v.23, 1985. p. 1-73.

FEIMBERG, B. Vegetables. In: ARSDEL, W. B. V.; COPLEY, M. J.; MORGAN JÚNIOR, A. I. (Eds.). **Food dehydration** v. 2. New York: AVI, p. 43-55, 1973.

FISHER, C.; SCOTT, T. Flavores de los alimentos – **Biología y química**. Zaragoza: Acribia, 2000. 212 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2002. 307 p.

GALMARINI, C.R.; GOLDMAN, I.L.; HAVEY, M.J. Genetic analyses of correlated solids, flavor, and health-enhancing traits in onion (*Allium cepa* L.). **Molecular Genetics and Genomics**. Berlin. V.265, p. 543-551, 2001.

GRIFFITHS, G.; TRUEMAN, L.; CROWTHER, T.; THOMAS, B.; SMITH, B. Onions – a global benefit to health. **Phytother Res**, v. 16, p. 603-615, 2002.

JAYARAMAN, K.S.; DAS GUPTA, D.K. Deydration of fruits and vegetables – Recent developments in principles and techniques. **Drying Technology**, n. 10, v. 1, p.1-50. 1992.

JOLIFFE, L.T. Discarding variables in a principal component analysis. I Real date. **Applied Statistics**, v. 21, n. 1, 1973.

JONES, M.G.; HUGHES, J.; TREGOVA, A.; MILNE, J.; TOMSETT, A.B.; COLLIN, H.A. biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic, **Journal of Experimental Botany**, Geneva, v. 55, n. 404, p.1903-1918, 2004.

KAHANE, R.; VIALLE-GUÉRIN, E.; BOUKEMA, I.; TZANOUDAKIS, D.; BELLAMY, C.; CHAMAUX, C.; KIK, C. Changes in non-structural carbohydrate composition during bulbing in sweet and hih-solid onions in field experiments. **Environmental and Experimental Botany**, v. 45, p.73-83, 2001

KOPSELL, D.E.; RANDLE, W.M. Onions cultivars differ in pungency and bulb quality changes during storage. **HotScience**, Alexandria, v.32, n. 7, p. 1260-1263, 1997.

LEITE, D.L. **Cebola: ciência, arte e história**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2005. 154 p.

LIN, M., J. F. WASTON, e J. R. BAGGETT. Inheritance of soluble solids and pyruvic acid content of bulb onions. **Journal American Society Horticultural Science**.v.120. p.119-122, 1995.

LUCIER, G. **Onions**: the sweet smell of sucess. Washington D. C.: USDA/Economic Research Service, 1998. p. 5-8.

LUND, J. W. Examples of industrial uses of geothermal energy in the states. **Geo-Heat Center Quaterly**, Nevada, p. 1-6, 2003.

LUND, J. W.; LIENAU, P. J. Onion dehydration. **Geo-Heat Center Quaterly**, Nevada, v. 15, n. 4, 1994.

MARCHINI, L.C.; CARMELLO, A.C.C.; MORETI,C.C., OTSUK, I.P. Análise de Agrupamento, com base na composição físico-química, de amostras de méis produzidos por *Apis mellifera* L. no Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.8-17, 2005.

MARDIA, L.V.; KENI, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. London: Academic Press, 1979. 521 p.

MARIN, D.C. **Determinar el grado de picor de la cebolla**. Disponível em: www.horticom.com/revistasonline/sumaris/sample/090_091.pdf. Acesso em : 29 mar. 2006.

MARIOT, M.P.; HEIDEN, G.; CASTRO, L.A.S. **Cebola: ciência, arte e história**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2005. 154 p.

MARTINS, P. C.; PINTO, L. A. A. Caracterização da secagem de cebola (*Allium cepa* L.) em camada delgada e da reidratação do produto desidratado. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 6. n. 2, p. 143 –151, 2003.

MAZZA, G. Moisture sorption isotherms of potato slices. **Journal of food technology**, Oxford. n. 17, p. 47-54, 1982.

MCCOLLUM, G.D. Onions and allies *Allium* (*Liliaceae*). In: SIMMONDS, N.W. (ed) **Evolution of crops plants**. London: Longman, 1976. p. 186-190.

MCCOLLUM, J.A.; GRANT, D.G.; SCHEFFER, J.; SHAW, M.L.; BUTLER, R.C. Genotypic and environmental variation in bulb composition of New Zealand adapted onion (*Allium cepa*) germoplasm. *Journal of Crop and Horticultural Science*, New Zealand, v.29, p. 149-158, 2001.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T.. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca raton: CRC, 1999. 281 p.

MINAMI, K.; RANDLE, W. M. **Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity**, Athens: University of Georgia, 1997. p. 41-42. (ACM American Chemical Society, 660).

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal Biological chemists**, Baltimore, n.153, p. 375, 1944.

NETO, J.M.N.; MOITA, G.C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *SciELO Brazil*, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 467-469, 1998.

OLIVEIRA, V. R.; LEITE, D. L.; SANTOS, C. A. F.; COSTA, N. D.; MELO, P. C. T. **Sistema de produção de cebola: cultivares**. Disponível em: www.cnph.embrapa.br. Acesso em: 02 set. 2005.

PORTO, P.S.S. **Cinética de secagem de cebola (*Allium cepa* L.) em camada delgada**. Rio Grande: FURG, 2001. 102f. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

RAHN, K. Alliaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.) **The families and genera of vascular plants**, Berlin: Springer-Verlag, 1998. v.3, p.70-78.

RAHN, K. Alliaceae. In: Kubitzki, K. (Ed.) **The families and genera of vascular plants**, Berlin: Springer-Verlag, 1998. v.3, p.70-78.

RANDLE, W. M. **Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity**. ACM SYMPOSIUM SERIES, N. 660, P. 41-42.1997.

RANDLE, W.M. Sulfur nutrition effects nonstructural water-soluble carbohydrates in onion germoplasm, **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 1, p. 52-55, 1992.

RANDLE, W.M.; BUSSARD, M.L. Pungency and sugars of short-day onions as affected by sulfur nutrition. **Journal of the American society for Horticultural Science**, v. 118, p.766-770, 1993.

RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. **Socioeconomia da cebola**. Disponível em: www.cpatsa.embrapa.br/sistema_producao/spcebola/socioeconomia.htm. Acesso em: 25 mar. 2006.

RODRIGUES, A.S.; FOGLIANO, V.; GRAZIANI, G.; MENDES, S.; VALE, A.P.; GONÇALVES, S.C. Nutritional value of onion regional varieties in Northwest Portugal. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, 2003.

SCHWIRMMER, S. & WESTON W. J. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. **Journal Agricultural Food Chemistry** v.9 p.301-304, 1961.

SEBRAE/CEAG. **Desidratação de vegetais**. Informativo SEBRAE. Florianópolis. n. 1538, p. 27-29, 2000.

SILVA, A.C.F.; VIZZOTO, V.J. **O sucesso no cultivo da cebola depende do plantio de cultivares na época certa**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.3, n.1, p. 33-36, 1990.

SOMOGY, M. A New Reagent for Determination of Sugars. **A new Sugar Reagent**, May p. 61 — 68, 1945.

SOUZA, R. J.; RESENDE, G. M. **Cultura da cebola**. Lavras: UFLA, 2002. 115 p. (Textos acadêmicos – Olericultura, 21).

STRINGHETA, P. A.; BUSO, J.A. Influência das características da matéria-prima sobre a qualidade da cebola desidratada. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 317-335, 1982.

STRUMILO, C.; KUDRA, T. Drying: Principles, Applications and design. In: Hughes, R. **Topics in chemical engineering**. v. 3, Universidade de Salford, UK. 1986.

VILELA, N. J.; MAKISHIMA, N.; FILHO, W. P. C.; BOEING, G.; MADAIL, J. C. M.; COSTA, N. D.; MELO, P. C. T. **Sistema de produção de cebola**: mercado e comercialização. Disponível em: www.cnph.embrapa.br. Acesso em: 02 set. 2005.

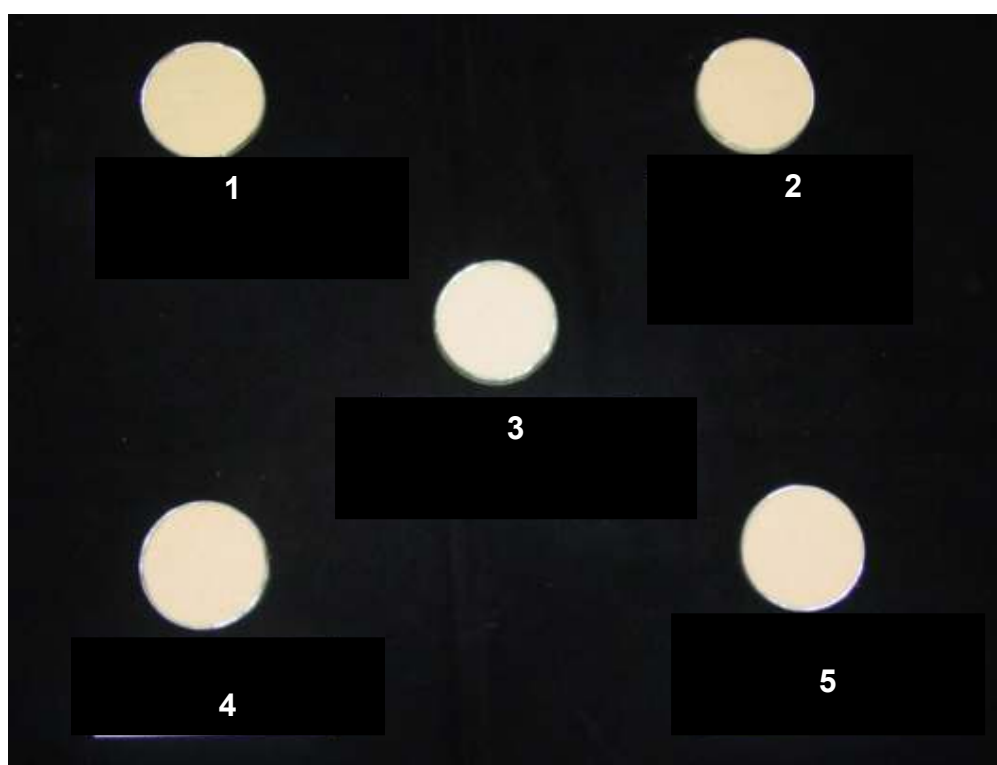
VOSS, R. La producción de cebolla para deshidratado en California. Centro de Información E investigación de hortalizas: Série de producción de hortalizas. Califórnia, 2005.

YANG, J.; KATHERINE, J.; HEIDE, J.V.D.; LIU, R.H. Varietal differences in phenolic content and antiproliferative activities of onions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, New York, v. 52, p. 6787-6793, 2004.

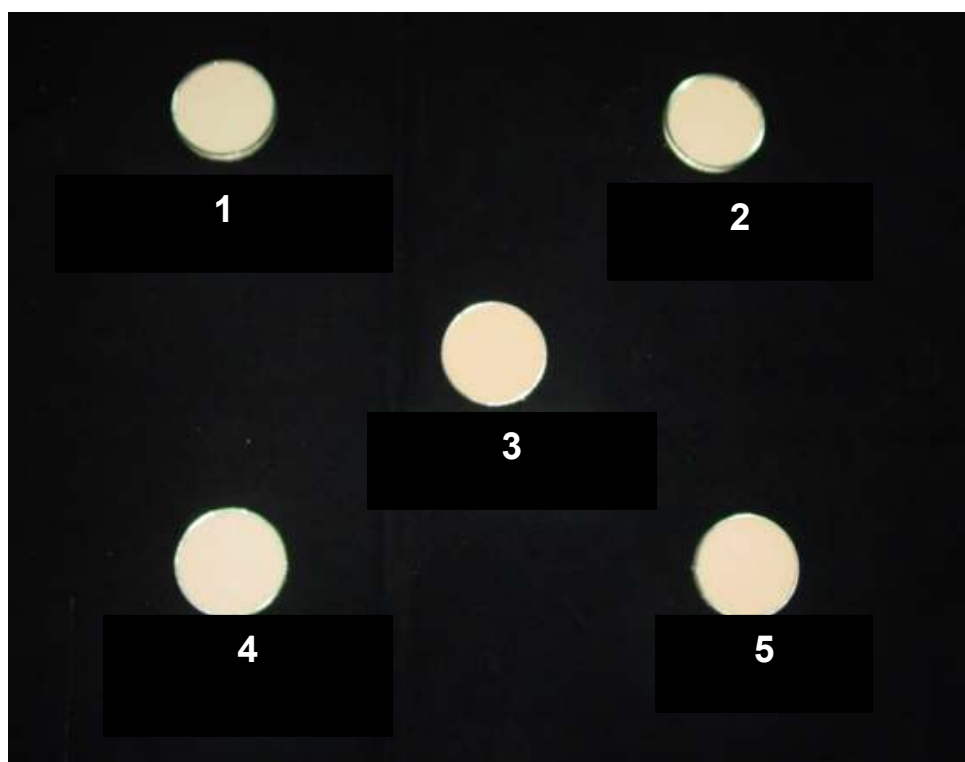
APÊNDICES

APÊNDICES A

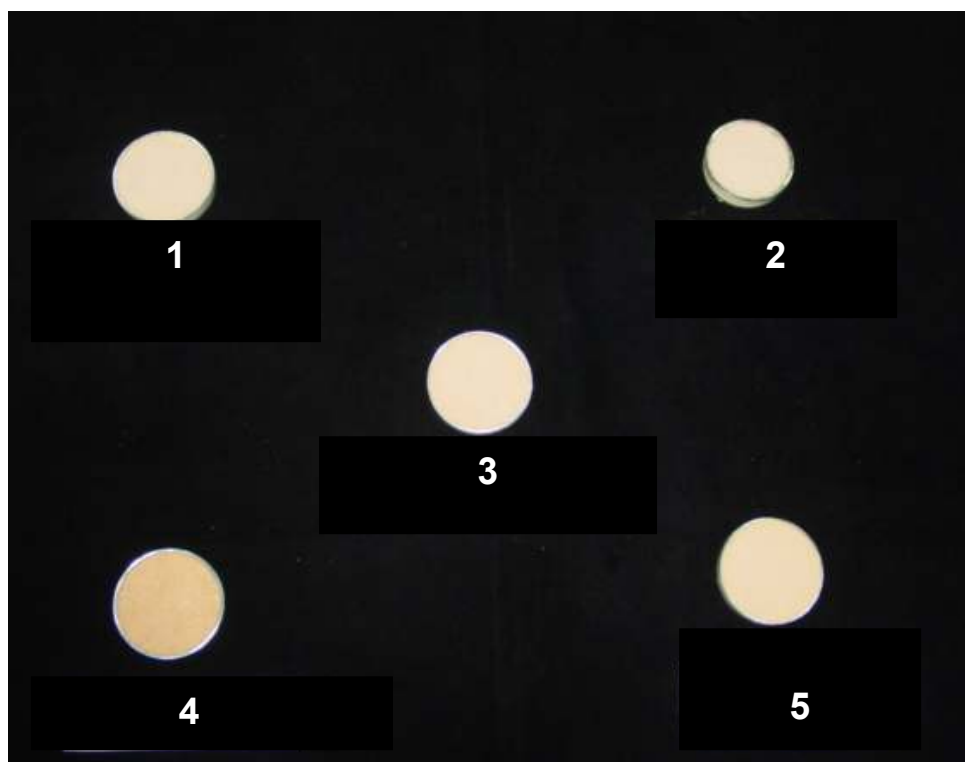
Fotografia 1. Genótipos de cebola desidratados: 'BRS Cascata' (1), 'Belém IPA 9' (2), 'Valencianita x 'Aurora' (3), 'Pêra Norte' x 'Primavera' (4) e 'Primavera' x 'Pêra Norte' (5).



Fotografia 2. Genótipos de cebola desidratados: 'Crioula Alto Vale' (1), CNPH 6400 chata (2), 'Régia' (3), 'Bola Precoce' (4) e 'Primavera' (5).



Fotografia 3. Genótipos de cebola desidratados: CNPH 6244 (1), CNPH 6074 (2), CNPH 6415 (3), 'Granex 429' (4), CNPH 6947 (5).



APÊNDICES B

1. TESTE TRIANGULAR

Nome:----- Data:---/---/----

Duas amostras são iguais e uma é diferente. Coloque um círculo ao redor da amostra diferente em cada grupo.

Grupo	<u>Número das amostras</u>		
1	-----	-----	-----
2	-----	-----	-----
3	-----	-----	-----

2. TESTE DUO -TRIO

Nome:----- Data:---/---/----

Sinta, primeiramente, o odor padrão. Depois sinta o odor de cada par e coloque um círculo ao redor da amostra que é igual ao padrão.

<u>Par</u>	<u>Número das amostras</u>	
1	-----	-----
2	-----	-----
3	-----	-----

3. TESTE DE ORDENAÇÃO

Nome:----- Data:---/---/----

Ordene as três amostras em relação à intensidade de pungência de acordo com os valores.

1 – mais forte

5 – menos forte

Número da amostra

Ordenação

4. ESCALA NÃO-ESTRUTURADA

Nome:----- Data:---/---/----

Avaliação: Indique a intensidade de pungência de cada amostra e coloque um traço vertical na linha entre ausência de odor e intensidade forte.

Número da amostra

Escala

forte

_____ Não perceptível

forte

_____ Não perceptível

forte

_____ Não perceptível