

ELAINE DOS SANTOS PIRES BARBOSA

**ESTUDO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS DE BATATAS DAS CULTIVARES FRANCESAS:
CHIPIE, COLORADO, OPALINE E SOLÉIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B238e
2011

Barbosa, Elaine dos Santos Pires, 1982-

Estudo comparativo de características físico-químicas e sensoriais de batatas das cultivares francesas: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia / Elaine dos Santos Pires Barbosa. – Viçosa, MG, 2011.

x, 104f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: José Benício Paes Chaves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Batata - Processamento. 2. Batata - Armazenamento.
3. Batata - Avaliação sensorial. 4. Batata - Análise.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 664.80521

ELAINE DOS SANTOS PIRES BARBOSA

**ESTUDO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS DE BATATAS DAS CULTIVARES FRANCESAS:
CHIPIE, COLORADO, OPALINE E SOLÉIA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*

APROVADA: 11 de novembro de 2011.



Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua
(Co-Orientador)



Prof. Dr. Eduardo Basílio de Oliveira



Prof.ª Maria Aparecida Antunes



Prof. Dr. José Benício Paes Chaves
(Orientador)

***Dedico esse trabalho aos meus queridos pais,
Pires e Irenides, que consideram a educação como
melhor caminho para seus três filhos.***

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante em minha vida.

Aos meus pais, Pires e Irenides, aos meus irmãos, Júnior e Héctor Victor, pelo apoio, carinho e incentivo, sempre.

Ao Prof. José Benício Paes Chaves, pela orientação, incentivo e apoio durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Joaquim Gonçalves de Pádua, engenheiro agrônomo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela contribuição na condução dos ensaios de campo pelas sugestões e pela atenção sempre que se fazia necessário.

Aos voluntários da equipe sensorial pela disposição e paciência.

À Ana Carolina, Fernanda e Ranielle pela colaboração durante a realização da pesquisa.

Às colegas Christiane, Flávia, Marcela e Núbia.

Aos amigos pelo apoio e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realizar este curso.

À coordenação do curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos laboratoristas, secretárias e demais funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela ajuda.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DA LITERATURA	3
1. A BATATA	3
1.1. Histórico	3
1.2. Produção de batata no mundo e no Brasil.....	3
1.3. Consumo de batata no mundo e no Brasil.....	5
1.4. Organização da produção brasileira de batata	7
1.5. Escurecimento enzimático e não-enzimático.....	9
1.5.2. Escurecimento não-enzimático: Reação de Maillard.....	9
1.6. Composição e alterações químicas da batata	10
1.6.1. Componentes da parede celular da batata.....	10
1.6.2. Carboidratos	11
1.6.3. Glicoalcalóides em batatas	13
1.6.4. Gosto umami	14
1.7. Armazenamento de tubérculos de batatas	15
1.8. Influência das características de qualidade dos tubérculos para processamento industrial de batata frita	17
1.8.1. Formato	17
1.8.2. Densidade específica de batatas.....	17
1.8.3. Teor de matéria seca.....	18
1.8.4. Teor de açúcares redutores.....	18
1.8.5. Absorção de óleo pela batata na fritura.....	18
1.9. Processamento industrial de batatas fritas	19
1.9.1. Batata <i>chips</i>	19
1.9.2. <i>French fries</i> ou palito	21
1.10. Cinética química	22
1.10.1. Leis da velocidade	24
1.10.2. Dependência da lei da velocidade com a temperatura.....	28
2. ANÁLISE SENSORIAL	30
2.1. Análise sensorial descritiva: Método espectro sensorial	31
2.2. Testes sensoriais afetivos.....	34
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE TUBÉRCULOS DE BATATAS DAS CULTIVARES FRANCESAS: CHIPIE, COLORADO, OPALINE E SOLÉIA	43

1.	INTRODUÇÃO.....	43
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
2.1.	Matéria-prima.....	44
2.2.	Armazenamento dos tubérculos.....	45
2.3.	Preparo das amostras de batatas fritas para análises.....	46
2.4.	Delineamentos experimentais e análises estatísticas.....	48
2.5.	Análises físico-químicas dos tubérculos de batatas.....	48
2.5.1.	Índice de formato.....	48
2.5.2.	Densidade.....	49
2.5.3.	Teor de açúcares redutores.....	49
2.5.4.	Teor de matéria seca.....	51
2.6.	Análises físico-químicas das batatas fritas.....	51
2.6.1.	Rendimento de fritura.....	51
2.6.2.	Absorção de óleo.....	52
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.1.	Diâmetros e índice de formato dos tubérculos de batata.....	52
3.2.	Densidade dos tubérculos de batata.....	55
3.3.	Açúcares redutores em tubérculos de batata.....	56
3.4.	Matéria seca dos tubérculos de batata.....	59
3.5.	Rendimento de batata frita.....	60
3.6.	Absorção de óleo das batatas fritas.....	62
4.	CONCLUSÕES.....	64
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

CAPÍTULO 3 – PERFIL SENSORIAL DE BATATAS FRITAS DAS CULTIVARES

	FRANCESAS: CHIPIE, COLORADO, OPALINE E SOLÉIA.....	68
1.	INTRODUÇÃO.....	68
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	69
2.1.	Preparo das amostras de batatas.....	69
2.2.	Análise sensorial descritiva: método espectro sensorial.....	70
2.3.	Condições do teste sensorial.....	70
2.4.	Recrutamento e seleção da equipe sensorial.....	70
2.4.1.	Levantamento dos termos descritivos e treinamento da equipe sensorial.....	73
2.5.	Teste de aceitação sensorial.....	77
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
3.1.	Análise sensorial descritiva: método espectro.....	77
3.1.3.	Avaliação da batata frita na forma palito.....	80

3.2. Aceitação sensorial das batatas fritas	97
4. CONCLUSÕES.....	99
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
CONCLUSÕES GERAIS.....	102
ANEXO.....	103

RESUMO

BARBOSA, Elaine dos Santos Pires, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2011. **Estudo comparativo de características físico-químicas e sensoriais de batatas das cultivares francesas: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia.** Orientador: José Benício Paes Chaves. Co-orientadores: Joaquim Gonçalves de Pádua e Mônica Ribeiro Pirozi.

A batata (*Solanum tuberosum*) é um dos alimentos mais consumidos no mundo em razão de sua composição, versatilidade gastronômica e baixo preço. A cultura da batata é de grande importância socioeconômica para o Estado de Minas Gerais, em razão do volume produzido e com produtividade média superior à nacional. O Programa de Cooperação Técnica Brasil-França com o Estado destaca-se na oferta de novas cultivares, controle fitossanitário do cultivo e modernização no setor. No presente trabalho avaliaram-se as características físico-químicas e sensoriais de tubérculos de batata francesa (cultivares: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia) e, uma americana (cultivar Atlantic) sob o efeito do tempo de colheita (85 e 100 dias após plantio) e tempo de armazenamento refrigerado a 5 °C (0, 22 e 44 dias). Os tubérculos de batatas recomendadas para fritura foram avaliados sensorialmente por meio da análise descritiva pelo método espectro na forma de *chips* e palito. A avaliação sensorial foi realizada por uma equipe de doze julgadores treinados para seis atributos sensoriais (cor, crocância, gosto uamami, gosto amargo e maciez). Após treinamento intensivo, os julgadores avaliaram os produtos usando escala não estruturada de 15 cm. As amostras foram, também, avaliadas em relação à aceitabilidade por meio da escala hedônica de 9 pontos, por 62 consumidores de batata frita. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as amostras que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) foram submetidas ao teste de Dunnett (características físicas e composição química) ou foram ajustados modelos de regressão (açúcares redutores e matéria seca). Para os dados da avaliação sensorial descritiva não foi detectada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as cultivares. Recomenda-se a cultivar Chipie para fritura na forma de *chips* em razão de seu formato arredondado dos tubérculos; e, as cultivares Colorado, Opaline e Soléia para fritura na forma palito por apresentarem formatos alongados dos tubérculos. Essas características permitiram alto rendimento (97,7 %) na pós-fritura. Durante o armazenamento dos tubérculos, os teores de açúcares redutores aumentaram para todas as cultivares e, para as cultivares Colorado e Soléia ocorreram alteração no índice de matéria seca, o que, conseqüentemente, influenciam no escurecimento e absorção de óleo após a fritura. Os resultados da análise sensorial pelo método espectro submetidos

à análise de variância (ANOVA) apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) quanto ao tempo de colheita e ao longo do armazenamento e foram ajustados modelos de regressão. Para todos os atributos sensoriais avaliados no teste de aceitação, as cultivares Colorado e Opaline apresentaram melhores escores para o atributo impressão global, e Opaline para o atributo sabor, das batatas palito. A cultivar Chipie processada na forma de *chips* apresentou aceitação semelhante à da batata referência, Atlantic. Conclui-se que para o interesse do produtor e consumidor todas as cultivares são recomendadas para atender o mercado de batata *in natura* e na forma de fritura, sendo que sensorialmente, não houve grandes diferenças em relação à cultivar já estabelecida há muito no mercado nacional.

ABSTRACT

BARBOSA, Elaine dos Santos Pires, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2011. **Comparative study of physical-chemical and sensory characteristics of potato cultivars French: Chipie, Colorado, Opaline e Soléia.** Adviser: José Benicio Paes Chaves. Co-advisers: Joaquim Gonçalves de Pádua and Mônica Ribeiro Pirozi.

The potato (*Solanum tuberosum*) is one of the most worldwide consumed foods due to its composition, gastronomic versatility and low price. The potato crop is of great socioeconomic importance to the state of Minas Gerais, due to volume produced and higher productivity than national average. The Technical Cooperation Program Brazil-France with the state stands out in the supply of new cultivars, pest control of cultivation and sector modernization. The present study evaluated physical-chemical and sensory characteristics from French potato tubers (cultivars: Chipie, Colorado, Opaline and Soléia) and an American (cultivar Atlantic) under effect of time of crop (85 and 100 days after planting) and refrigerated storage time at 5 °C (0, 22 and 44 days). The tubers of potatoes recommended for frying were sensory evaluated through descriptive analysis by the spectrum method as chips or french fries type. Descriptive sensory evaluation was performed by a twelve trained judges panel for six sensory attributes (color, crispness, umami taste, bitter taste and softness). After intensive training, judges evaluated samples using unstructured scale of 15 cm. Samples were also evaluated for acceptance using the 9-point hedonic scale by 62 consumers of fried potatoes. Results of physical- chemical analysis were submitted to analysis of variance (ANOVA) and variables which showed significant difference ($p < 0.05$) were submitted to Dunnett's test (physical characteristics and chemical composition). For descriptive data, it was not detected significant difference ($p > 0.05$) among cultivars. Chipie is recommended for frying as chips type because of its round tubers; and cultivars Colorado, Opaline and Soléia are for French fries type for presenting elongated tubers. These characteristics allowed for high yield (97.7 %) post-frying. During storage of tubers, the levels of reducing sugars increased in all cultivars, and for Colorado and Soléia there were changes in dry matter content, that influences darkening and oil absorption after frying. Results of sensory evaluation by spectrum method submitted to analysis of variance (ANOVA) showed significant effect ($p < 0.05$) for time of crop and refrigerated storage time. Regression models

were tested for time of crop and refrigerated storage time. For all sensory acceptance attributes evaluated, Colorado and Opaline cultivars had higher scores for the attribute overall impression, and Opaline for the attribute french fries typical flavor. Chipie cultivar processed in chip type presented acceptance similar to the reference potato, Atlantic. It was concluded that for interests of producers and consumers all cultivars are recommended to serve the potato market in natura and fried potatoes, once sensorily, there were no major differences related to the cultivar already established in the national market.

INTRODUÇÃO GERAL

A batata (*Solanum tuberosum*) é a quarta cultura agrícola na ordem de importância mundial, depois do trigo, arroz e do milho. O Brasil é o maior produtor da América do Sul, e o Estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional. Por outro lado, a Europa é o maior consumidor do mundo, sendo o consumo realizado conforme o uso culinário específico do tubérculo. Os franceses, em particular, apreciam o sabor dos tubérculos independente do tamanho, formato e coloração da casca, diferentemente do Brasil, onde as batatas são adquiridas preferencialmente pela aparência dos tubérculos.

Uma das possibilidades para melhorar esse quadro é aproximar a situação brasileira da francesa e modificar o comportamento do consumidor no momento da escolha entre diferentes cultivares para uso culinário específico. Com isso, o consumidor poderá ser favorecido por ter mais opções e os fornecedores poderão incrementar a produção de batata de forma a oferecer opções cada vez mais adequadas ao público brasileiro.

Além da dificuldade de segmentação de mercado, o país encontra também vários problemas relacionados ao cultivo, qualidade sanitária, certificação, rastreabilidade e organização do setor, gerando dificuldades para expansão e profissionalização da bataticultura nacional.

Em 1999 um acordo entre Brasil e França possibilitou o Desenvolvimento do Programa de Apoio à Organização de Cadeias Produtivas da Batata com a introdução e avaliação de novas cultivares no Estado de Minas Gerais, bem como controle fitossanitário do cultivo e modernização no setor. Diversos parceiros do Programa da área de biotecnologia tem pesquisado a adaptação das cultivares em solo e clima mineiro, analisando a composição físico-química para identificar as melhores condições de plantio que influenciam na qualidade do tubérculo.

Com isso, permitirá a segmentação de mercado de batatas, ou seja, uma nova maneira de comercializar batatas para o consumidor oferecendo o produto de acordo com o uso culinário desejado: assar, fritar ou cozinhar.

A venda segmentada, portanto, representa um grande diferencial de mercado que gera benefícios para todos os envolvidos. O produtor ganha ao agregar valor ao produto e ao conquistar mercados específicos. Para o comerciante, a profissionalização da venda contribui para aumentar a proximidade com o consumidor, que tem suas necessidades atendidas, e para incrementar as vendas. O consumidor ganha com a possibilidade de diversificação do preparo, além de melhorar o sabor dos pratos utilizando a batata ideal para aquela finalidade.

Diante disso, no presente trabalho propõe-se avaliar a qualidade físico-química e sensorial dos tubérculos e da batata frita de cultivares francesas sob influência do tempo de colheita após plantio e de armazenamento refrigerado dos tubérculos a 5 °C.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DA LITERATURA

1. A BATATA

1.1. Histórico

A história da batata (*Solanum tuberosum*) começa há 8 000 anos e teve início às margens do lago Titicaca, na fronteira entre Bolívia e Peru. As plantas foram domesticadas por caçadores e agricultores que promoveram seleção e aumento de tamanho dos tubérculos, iniciando um processo que favoreceu o surgimento de ampla variedade de batata conhecida atualmente (LA POMME DE TERRE, 2004).

A batata foi considerada uma reserva alimentar importante durante guerras. Nesta época a planta era vulnerável a pragas e enfermidades. Um exemplo notável foi entre os anos 1844 a 1848 na Europa, quando uma praga arrasou o cultivo de batatas. Com isso, na Irlanda, em que 80 % dos alimentos da população advinham deste tubérculo, provocou a morte de um milhão de pessoas. Em toda Europa as mortes foram aproximadamente de 2,5 milhões de pessoas. Este fato histórico motivou a busca por variedades mais produtivas e mais resistentes a enfermidades (FAO, 2008). Atualmente, são inúmeras as variedades de *Solanum tuberosum* conhecidas mundialmente, e centros de pesquisas em todos os continentes tem se dedicado ao estudo genético e de enfermidades destes tubérculos.

1.2. Produção de batata no mundo e no Brasil

A batata (*Solanum tuberosum*) é a quarta cultura agrícola na ordem de importância mundial, depois do trigo, arroz e do milho. É um dos principais alimentos básicos da humanidade, pois 125 países cultivam e mais de um bilhão de pessoas consomem batata em todo o mundo (FAO, 2008).

Atualmente, o setor mundial dedicado ao cultivo da batata está em transição. A maior produção ainda acontece na Europa, mas a forte tendência é de que isto venha acontecer nos países em desenvolvimento, notadamente naqueles da Ásia, África e América Latina. A batata é uma fonte cada vez mais importante de alimento, de renda, de emprego rural e no comércio, podendo tornar-se um fator de maior estabilização social e do meio rural,

principalmente nos países em desenvolvimento (FAO, 2008). Durante os últimos 30 anos a oferta e a demanda mundial da batata obedeceram a diferentes tendências. Em geral, diminuiu nos Estados Unidos e Europa e aumentou rapidamente nos países em desenvolvimento. A chamada produção de subsistência diminuiu de importância e os agricultores estão mais propensos a produzir batata para atender às necessidades do mercado, ou seja, está ocorrendo a profissionalização do cultivo da batata. Outro fato importante é que, a utilização da batata para produtos processados, em detrimento dos mercados tradicionais de batata fresca tem aumentado no mundo inteiro.

Os maiores negócios com a batata, tanto importação quanto exportação, acontecem nos países desenvolvidos. No mundo, o mercado importador e exportador de batata *in natura* e semente é da ordem de 15 milhões de toneladas, e de produtos processados (batata *chips* ou palito, fécula e amido) representa mais dois milhões de toneladas. Por exemplo, 70% da exportação de batata dos Estados Unidos da América (EUA) consistem em batata palito congelada, com destino ao Japão e outros países asiáticos (SALLES, 2001).

O mercado mundial da batata movimentava o valor de 6 a 10 bilhões de dólares americanos por ano, com uma produção mundial anual de aproximadamente 320 a 340 milhões de toneladas cultivadas em 19,5 milhões de hectares, sendo cinco países (China, Rússia, Índia, EUA e Ucrânia) os que respondem por 54,7 % da produção global. São transacionadas cerca de 2,8 % da produção de tubérculos *in natura*, entre Europa e EUA. A maior parte da produção industrial é consumida nos países produtores, sendo o principal mercado voltado para batatas fritas congeladas. Os maiores exportadores são Holanda, Canadá e EUA (REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS, 2010).

O Brasil é responsável por uma área plantada de 145 mil hectares que produzem aproximadamente 3,5 milhões de toneladas com uma produtividade média de 24 t/ha. O Estado de Minas é o maior produtor nacional, com 33,4 %, São Paulo participa com 21,7 %, Paraná 17,0 % e Rio Grande do Sul 11,0 %. A região Sul de Minas é a maior produtora, representando cerca de 46,0 % da produção estadual. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em 2010, Minas registrou uma colheita na ordem de 1,1 milhão de toneladas (REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS, 2011).

1.3. Consumo de batata no mundo e no Brasil

O consumo *per capita* na França em 2007 foi de 30 kg de tubérculos adquiridos de forma *in natura*, além de 25 kg de produtos industrializados a base de batata (FAO, 2008). O consumo de batatas em países europeus desenvolvidos, como a França, é de 213,7 g/pessoa/dia. A tendência ainda é de redução no consumo de batatas, sensivelmente percebida pelo decréscimo do *per capita* anual (CONTAMINE, 2008).

Contamine (2008) destaca que em 1990 a produção de batatas na França foi de 34,4 milhões de toneladas, e em 2005, de 33,7 milhões. O rendimento passou de 33,0 para 42,8 toneladas por hectare no período citado. Houve uma redução de 30 % da área plantada e aumento, significativo, de 30 % no rendimento.

Esse aumento no rendimento pode ser atribuído às novas tecnologias de cultivo e ao desenvolvimento de novas cultivares de batatas, com maior potencial produtivo e maior resistência a doenças. Isto permitiu o aumento e a diversificação de cultivares de batatas no mercado francês e europeu, adaptadas a atender a demanda dos consumidores. Observam-se variações da demanda em cada país em relação ao tratamento dos tubérculos, coloração da casca, textura da polpa e sabor (CONTAMINE, 2008).

O consumidor francês aprecia, essencialmente o sabor, o que favoreceu positivamente a segmentação daquele mercado onde é possível adquirir batatas específicas para purês, saladas ou fritas (CONTAMINE, 2008).

Em relação à comercialização, os diferentes setores envolvidos no negócio da batata se organizaram para estabelecerem programas e ações conjuntas para a divulgação do produto. Um *mix de marketing* envolvendo receitas, informações nutricionais e conjuntos personalizados de utensílios de cozinha, foi desenvolvido para promover a batata na França (CNIPT, 2008).

WANDEL *et al.* (2001) analisaram os fatores que promovem a diminuição do consumo e a substituição da batata na Noruega entre as décadas de 70 e 90. Constataram que o consumo de batata diminuiu consideravelmente em todas as faixas etárias, com ênfase entre as pessoas com menos de 35 anos. Também, observaram, aumento relativo no consumo de batata frita em todas as idades, principalmente entre os mais jovens.

No Brasil, a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), publicada em 2004, demonstra uma série de mudanças no padrão alimentar da população brasileira. Ocorreu uma considerável redução no consumo domiciliar de alimentos que demandam mais tempo para o preparo como o arroz, o feijão e as carnes.

A pesquisa brasileira registrou um significativo aumento no consumo de alimentos preparados, como iogurtes e refrigerantes. É expressiva a redução do grupo dos tubérculos e raízes. Entre os anos de 1974 e 2003, a batata apresentou acentuada queda no consumo domiciliar de 41,0 %. No ano de 1974 as raízes e tubérculos representavam 4,8 % do valor energético diário consumido, e em 2003 este valor caiu para 3,3 % (IBGE,2004).

No Brasil, em 2007, o consumo de batata *per capita* foi de 14 kg (FAO, 2008) e este tubérculo insere-se na estrutura alimentar dos brasileiros como guarnição dos pratos principais (PHILIPPI, 2003).

NARDIN (2009) realizou estudos em cinco cidades para identificar o perfil de consumo quanto aos locais e formas de compra, principais formas de consumo/preparo de batata e o motivo da compra. A maioria dos entrevistados, 97 %, dizem gostar de batata. Os supermercados são os principais pontos de compra de batata, representando 66 % do total, seguidos por outros estabelecimentos (padarias, lanchonetes, entre outros) com 18 % de participação, e as feiras e quitandas, ambos participando com 8 %. Observou-se que quanto menor a renda familiar e maior a idade do entrevistado, maior a participação em feiras e quitandas como ponto de compra da batata. Ainda verificou-se quanto à forma de consumo, haver preferência da batata frita seguida por batata assada, massa e purê, salada e sopa. Os jovens preferem batatas fritas ou assadas (Figura 1).

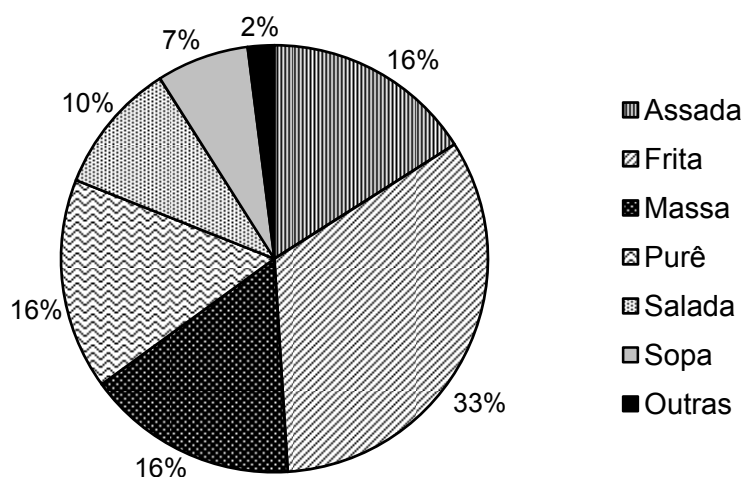


Figura 1 – Principais formas de preparo e consumo de batata.
FONTE: Nardin, 2009, p. 32.

Estes resultados mostram a tendência à diminuição do consumo domiciliar *per capita* do produto fresco, em favor de uma alimentação fora da casa ou da utilização de produtos semi-prontos (pré-frita congelada, purê de batata desidratado) e prontos (frita na forma de chips, batata-palha e palito, e outros produtos à base de batata). A praticidade desses

produtos industrializados é que requer menor tempo de preparo, além da facilidade de poderem ser estocados, o que não ocorre com os produtos *in natura*, em razão da rápida deterioração, deve ser consumido mais rapidamente. Outro aspecto interessante foi um incremento no consumo desses produtos industrializados pelas classes de menor poder aquisitivo.

Baseando-se nos dados apresentados, pode-se constatar que houve mudanças nos hábitos alimentares em diferentes países do mundo, independente do grau de desenvolvimento. Este processo denomina-se transição alimentar e nutricional decorrentes da globalização, urbanização e do estilo de vida (MONTEIRO *et al.*, 1995).

1.4. Organização da produção brasileira de batata

O Brasil ainda depende de importação da maior parte da batata-semente, principalmente da Holanda, para atender ao mercado de tubérculos *in natura*; e dos EUA e Canadá, para atender a produção de tubérculos para a indústria de processamento. A produção nacional para atender a indústria de processamento é suprida pelas cultivares Atlantic e Panda. As cultivares mais comuns para uso *in natura* são a Bintje, Achat, Baraka, Asterix, Monalisa e Mondial (KOBELITZ, 2011).

Embora a bataticultura brasileira apresente alguns avanços de modernização, alguns fatores podem ser considerados na organização do setor para produção nacional: consumo regionalizado; desorganização setorial – as entidades atuam de forma independente, fragilizando o processo de comercialização e representatividade; falta de padronização do produto e resistência dos segmentos varejistas na adoção de novas estratégias de vendas. Ressalta-se que não há controle fitossanitário e rastreabilidade da batata-semente, o que dificulta o controle de qualidade em toda a cadeia produtiva, do campo ao consumidor final. Assim, gera dificuldades para expansão e profissionalização da bataticultura nacional. (ABBA, 2008).

A bataticultura nacional encontra dificuldades em se organizar e oferecer um elenco de cultivares de batatas conforme uso culinário específico e com qualidade fitossanitária. Na França, como em toda Comunidade Européia, não se planta batata-semente sem origem conhecida, pois dificulta a comercialização, e há organismos que protegem as variedades vegetais. O consumo de batata realiza-se de acordo com o uso culinário específico do tubérculo e, os franceses apreciam o sabor da batata e a aquisição do tubérculo independe do tamanho, formato e coloração da casca. Isso impulsionou o desenvolvimento e comércio

de diferentes cultivares com características específicas para preparos culinários distintos. A situação no Brasil é diferente, onde as batatas são adquiridas preferencialmente pela aparência dos tubérculos.

Uma das possibilidades para melhorar esse quadro é aproximar a situação brasileira da francesa e melhorar o comportamento do consumidor no momento da escolha entre diferentes cultivares para uso culinário específico. Com isso, o consumidor poderá ser favorecido por ter mais opções e os fornecedores poderão incrementar a produção de batata de forma a oferecer opções cada vez mais adequadas ao público brasileiro.

Neste sentido, desde 1999 um acordo entre o Brasil e a França tem favorecido o Desenvolvimento do Programa de Apoio à Organização de Cadeias Produtivas da Batata com a introdução e avaliação de novas cultivares no Estado de Minas Gerais. Este trabalho vem sendo realizado sob a coordenação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), por meio do Núcleo Tecnológico Batata e Morango, em Pouso Alegre, MG.

Dentre as metas desse programa destacam-se a transferência de tecnologia de modo a oferecer novos conhecimentos para a melhoria do desempenho da bataticultura brasileira; registro e a proteção de cultivares; a produção de batata-semente segundo os padrões oficiais, com cessão dos direitos para a multiplicação no Brasil visando reduzir os custos de importação e a valorização do produto nacional pelo controle fitossanitário e promoção diferenciada (MULTIPLANTA, 2003).

A exploração da tecnologia de produção de tubérculos de batata da França por empresas brasileiras pode favorecer o desenvolvimento local, a produção de conhecimento e a oferta de sementes com alta qualidade sanitária, o que favorecerá o consumidor final. Além disso, esse processo pode ser incorporado por outros setores da agricultura nacional de modo a favorecer a produção e promoção de conhecimento e de novas tecnologias.

Enquanto diversos parceiros do programa desenvolveram trabalhos visando os aspectos da biotecnologia e adaptação das cultivares em solo e clima mineiro, que trouxeram benefícios para a cadeia produtiva da batata, outros parceiros estão desenvolvendo o estudo da segmentação do mercado.

Em 2010, o Estado de Minas Gerais procurou fortalecer o mercado de batata com o Projeto de Segmentação da Batata, desenvolvido pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) em parceria com a CEASA Minas/Contagem. Este projeto consiste na venda do produto no varejo com indicação das variedades específicas para “fritar e cozinhar” e “assar e cozinhar”. O consumidor não gasta mais para adquirir a batata segmentada, porque o produto tem o preço de mercado (AGÊNCIA MINAS, 2011).

1.5. Escurecimento enzimático e não-enzimático

1.5.1. Escurecimento enzimático

As reações de escurecimento enzimático ocorrem no tecido vegetal quando há ruptura da célula e a reação não é controlada. Esta descoloração é oriunda de reações catalisadas por enzimas conhecidas como polifenoloxidasas (PPO). O produto inicial da oxidação é a quinona, que rapidamente se condensa, formando pigmentos escuros insolúveis, denominados melanina, ou reage não-enzimaticamente com outros compostos fenólicos, aminoácidos e proteínas, formando também melanina (ARAÚJO, 2011; BOBBIO e BOBBIO,1995).

A enzima PPO é encontrada praticamente em todos os tecidos vegetais, em concentrações especialmente altas em cogumelo, batata, pêssego, maçã, banana, manga, folhas de chá, abacate e café. Sua atividade pode variar em função da cultivar, do estágio de maturação e das condições de cultivo; tão logo ocorra a ruptura do tecido, inicia-se a reação de escurecimento.

A aplicação do calor em alimentos (temperatura elevada por tempo adequado) inativa a PPO e todas as outras enzimas. O aquecimento aplicado no processamento (branqueamento) é utilizado em pré-tratamentos de frutas e hortaliças para enlatamento, congelamento e desidratação. Sendo assim, a PPO não pertence à classe de enzimas termorresistentes. No entanto, a exposição por curto período de tempo do tecido à temperatura de 70 °C a 90 °C é suficiente, na maioria dos casos, para a destruição completa de suas funções catalíticas (ARAÚJO, 2011; BOBBIO e BOBBIO,1995)..

1.5.2. Escurecimento não-enzimático: Reação de Maillard

A reação de Maillard envolve uma série de reações que se iniciam com a combinação entre o grupamento carbonila de um aldeído, cetona ou açúcar redutor, com o grupamento amino de um aminoácido, peptídeo ou proteína. Seguida de várias etapas e culminando com a formação do pigmento escuro. O furfural tem sido identificado como uma substância intermediária formada no processo que, por polimerização, poderá produzir melonoidinas. A interação de grupo amina com monossacarídeos envolve, inicialmente, a condensação de grupo carbonila com o amina (ataque nucleofílico do par de elétrons do nitrogênio do grupo amina), seguida da eliminação de água e da formação da glicosilamina. Quando o aminoácido, ou parte da cadeia da proteína, participa da reação de Maillard, é óbvio que o aminoácido é perdido, do ponto de vista nutricional. Lipídios também podem participar da reação de Maillard. O requerimento principal é a presença de grupos redutores

(grupos carbonilas) que são formados durante a oxidação de lipídios insaturados. No processo oxidativo de ácidos graxos, compostos carbonílicos (aldeídos, peróxidos e epóxidos), são formados e interagem com grupos amina dos aminoácidos e proteínas. A reação de Maillard é a principal causa do escurecimento desenvolvido durante o aquecimento e armazenamento prolongado do produto (ARAÚJO, 2011).

1.6. Composição e alterações químicas da batata

1.6.1. Componentes da parede celular da batata

Os tecidos dos tubérculos são formados por células compostas, entre outros, por núcleo, citoplasma, organelas, grânulos de amido e parede celular. A parede celular é formada por celulose e hemicelulose e, entre as células há uma lâmina muito fina de polímeros de ácido galacturônico e pectina (TALBURT *et al.*, 1975; EDWARDS, 1995).

As células mantêm entre si certo grau de rigidez, no entanto o principal fator para a manutenção de sua forma é a pressão de “turgor” que cada célula apresenta em decorrência de seus compostos osmoticamente ativos e da proporção e distribuição dos componentes químicos na parede celular e nos espaços intracelulares dos tecidos (EDWARDS, 1995).

As substâncias pécticas e o amido presentes nas células exercem efeitos antagônicos na textura. Quando o amido incha durante o aquecimento, as células ficam grandes e tendem a separar-se. Os compostos pécticos previnem este fenômeno devido ao seu efeito coesivo (LISINSKA *et al.*, 2007).

Quando o “turgor” é perdido observa-se um colapso na estrutura celular principalmente pela perda de água. Fatores como a rigidez inerente à parede celular; a força da ligação entre a parede celular e a lamínula de pectina; e o grau de suporte dado à parede celular pelos grânulos de amido contribuem para a manutenção do “turgor” no interior da célula (TALBURT *et al.*, 1975; EDWARDS, 1995).

Ainda, as células dos tecidos vegetais são compostas por 55 a 95 % de água e o comportamento deste elemento é fator determinante nos efeitos do processamento na estrutura e textura, visto que contribui para a maleabilidade do material biológico (EDWARDS, 1995).

Os métodos de processamento de alimentos danificam a estrutura celular e a capacidade das células de manter o “turgor”, o que influencia na textura final dos alimentos.

A aplicação de calor como na fritura, cozimento à vapor e assamento resultam em mudanças na parede celular, particularmente na fina lâmina entre as células, e pode promover um colapso da parede e membrana celular bem como a gelatinização do amido (EDWARDS, 1995).

Em batatas, sugere-se que a textura final é determinada pela interação entre a estrutura da parede celular e a fina lâmina de pectina entre as células, combinada com o aumento do volume dos grânulos de amido durante a aplicação de calor. O inchaço do grânulo de amido pode promover a ruptura da parede celular, o que contribui para viscosidade final de purês e outros derivados do processamento de batatas (TALBURT *et al.*, 1975; EDWARDS, 1995).

Na fritura de batatas, quando os palitos são imersos em óleo entre 160 °C e 185 °C, ocorre rapidamente a gelatinização do amido presente nas camadas externas dos palitos de batatas. Isto dificulta a absorção de óleo durante o processo. A fritura, também, provoca a evaporação da água, primeiramente da área externa dos palitos e em seguida da área interna, e este vapor de água dificulta a absorção de óleo pelo produto. No entanto, após a fritura, durante o resfriamento pode ocorrer a reabsorção de óleo por meio dos canais estabelecidos durante a evaporação da água (LISINSKA *et al.*, 2007).

1.6.2. Carboidratos

Os carboidratos representam entre 63 % e 86 % dos sólidos da batata e são compostos principalmente por amido, cujo conteúdo pode variar com a temperatura de armazenamento, a incidência de pragas e doenças e a aplicação de produtos químicos. O teor de amilose presente no amido aumenta com a maturação e pode variar entre 18,5 % e 32 %, dependendo da cultivar, o que influi na utilização da batata: tubérculos com alto teor de amilose são preferidos para obtenção de produtos fritos, por apresentarem menor absorção de gordura durante e após o processamento (KOBLOITZ, 2011).

A matéria seca da batata é composta quase que exclusivamente por amido. Há correlação positiva entre densidade, sólidos totais e conteúdo de amido em batata. Sendo constituída, também, por açúcares solúveis, substâncias pécticas, celulose, minerais, proteínas, entre outros (ZORZELLA, VENDRUSCOLO e TREPTOW, 2003a; RODRIGUES e PEREIRA, 2003; PAVILISTA e OJALA, 1997).

A matéria seca é influenciada por fatores ambientais como o clima, tipo de solo e fertilidade, irrigação, temperaturas diurnas e noturnas no estágio de maturação, além dos fatores intrínsecos da cultivar utilizada (ZORZELLA *et al.*, 2003b; POPP, 2005).

Na produção de batatas chips os tubérculos devem apresentar teor de matéria seca acima de 20 %, enquanto que na produção de batata palito e de batata palha os tubérculos devem apresentar teor de matéria seca acima de 19 %. Quando o teor de matéria seca é baixo, a batata frita torna-se mole e úmida, sendo necessário maior gasto de energia no processamento para a retirada de água do produto durante a fritura (MALLMANN, 2001; POPP, 2000; PÁDUA *et al.*, 201; PAVILISTA e OJALA, 1997; TRINDADE, 1994).

A característica de qualidade para textura da batata frita palito pode ser definida como a combinação entre a superfície externa, que deve ser crocante sem ser dura, enquanto que a parte interna do produto deve assemelhar-se à textura da batata cozida ou assada (PASCHOALINO *et al.*, 1975; REEVE *et al.*, 1968).

Durante a fritura ocorrem mudanças dos polímeros de amido, pectina, celulose e hemicelulose. O amido é gelificado e desidratado, e parte da água dos tecidos é substituída por óleo. Nas batatas fritas palito forma-se uma barreira de crosta seca que impede a evaporação mais no interior, proporcionando a sua textura crocante (TALBURT *et al.*, 1975).

LIU *et al.* (2003) caracterizaram química e fisicamente o amido de três cultivares de batatas (*Superior*, *Shepody* e *Showden*) em diferentes fases de crescimento e desenvolvimento dos tubérculos no Canadá. Eles observaram que o conteúdo de matéria seca dos tubérculos aumenta com o tempo de cultivo, principalmente entre 64 e 71 dias, e em seguida, decrescem. O conteúdo de amido aumentou rapidamente nos dois primeiros meses de cultivo e decaiu nas últimas etapas de desenvolvimento. Os conteúdos de matéria seca e de amido são importantes fatores que determinam o uso industrial de determinadas cultivares de batatas e são dependentes da duração do ciclo vegetativo e do genótipo

Os principais açúcares solúveis presentes na batata são sacarose, frutose e glicose, que se acumulam principalmente na parte central do tubérculo. Os teores de glicose, sobretudo, são influenciados pela temperatura de armazenamento, por exemplo, a conversão de amido em açúcares em batatas a baixas temperaturas (1 °C a 4 °C) resulta em escurecimento indesejável (Reação de Maillard), quando as batatas são processadas termicamente em *chips*, batata palito e batata palha. O brotamento também é responsável pelo aumento da concentração de açúcares redutores no produto, e o teor máximo aconselhado para batatas destinadas à industrialização é de 2 % (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010; PÁDUA *et al.*, 2001; RODRIGUES ROBLES, 2003; KOBLITZ, 2011)

ZORZELLA, VENDRUSCOLO e TREPTOW (2003a) relatam que o grau de maturação do tubérculo na colheita, as condições climáticas e nutricionais em que se desenvolveram as plantas são fatores que afetam o teor de açúcares redutores na batata.

1.6.3. Glicoalcalóides em batatas

Glicoalcalóides são compostos tóxicos naturalmente presentes em todas as partes da planta de batata e podem estar envolvidos no mecanismo de defesa da planta. As concentrações mais elevadas destes compostos se encontram na casca dos tubérculos, ao redor dos “olhos” e brotos (FRIEDMAN, 2006).

Os principais glicoalcalóides presentes em batatas são α -solanina e α -chaconina, ambos sendo formas glicosiladas do alcalóide esteroide solanidina, que correspondem a 95 % ou mais dos glicoalcalóides totais (BUSHWAY e PONNAMPALAM, 1981).

Nos tubérculos, os alcalóides concentram-se na fração mais externa (periderme e células mais externa do córtex), sendo removidos quase totalmente após o descascamento. No entanto, o tratamento térmico da batata não altera o conteúdo desses compostos, que não são termolábeis. Sua síntese é intensificada pela ocorrência de danos aos tecidos (mecânicos, pragas ou doenças). Além disso, a exposição à luz também favorece a síntese de glicoalcalóides, de modo concomitante, porém independente da síntese de clorofila que leva ao esverdeamento (KOBLOITZ, 2011).

Os glicoalcalóides parecem ter duas ações tóxicas no organismo humano: uma sobre a acetilcolinesterase, afetando o sistema nervoso central e considerada responsável por vários dos sintomas neurológicos observados após ingestão de glicoalcalóides e outra sobre as membranas celulares, causando ruptura das membranas do trato-gastrointestinal com danos hemolíticos e hemorrágicos e excesso de fluido nas cavidades corpóreas (FRIEDMAN, 2006).

Estudos conduzidos por BUSHWAY e PONNAMPALAM (1981) para avaliar a estabilidade de glicoalcalóides submetidos a quatro tipos de cocção (fritura, assamento em forno comum, cocção em água e em microondas) indicaram que eles são termoresistentes.

MACHADO e TOLEDO (2004) analisaram os teores de glicoalcalóides em batatas comercializadas na região de Campinas, no Estado de São Paulo. A maioria das amostras analisadas (82 %) apresentou teor de glicoalcalóides totais inferior a 100 mg/kg, independente da variedade e do tamanho dos tubérculos. As autoras encontraram uma relação inversa entre tamanhos dos tubérculos e teor de glicoalcalóides. Também, amostras de tubérculos de batata de uma mesma variedade, mas que apresentavam forma heterogênea, pontos pretos, casca esverdeada e textura murcha, apresentaram maiores concentrações de glicoalcalóides totais em relação aos tubérculos com pesos inferiores, mas com características homogêneas de forma, cor amarelada da casca e textura firme. O teor de glicoalcalóides de amostras de batatas Bintje e tipo Bolinha (de menor tamanho) analisadas sem a casca foi de 14,7 e 3,7 mg/kg, respectivamente. Quanto analisadas com a

casca, os valores encontrados foram de 61,7 mg/kg para a Bintje e 61,2 mg/kg para o tipo Bolinha, o que comprova a maior concentração de glicoalcalóides na região periférica dos tubérculos de batata.

Os glicoalcalóides presentes em tubérculos de batata foram avaliados pelo JECFA (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*) em 1992. A conclusão do Comitê foi que diante dos dados disponíveis não havia indícios suficientes para o estabelecimento da Ingestão Diária Recomendada (IDR). Os níveis de ocorrência natural em batatas (20 a 100 mg/kg) não representavam uma preocupação toxicológica (FAO/WHO, 1992).

Alguns estudos têm associado níveis de glicoalcalóides totais acima de 220 mg/kg com alterações nas características sensoriais em batatas, incluindo gosto amargo e sensação de ardência na garganta (MORRIS e LEE, 1984; SLANINA, 1990)

1.6.4. Gosto umami

O sabor da batata é uma característica complexa que depende dos compostos voláteis e dos constituintes solúveis da célula. Estudos têm identificado mais de 250 compostos voláteis encontrados em batatas durante o cozimento. A determinação de cada um desses compostos é um importante contribuinte para a descrição completa do sabor da batata (TAYLOR *et al.*, 2007).

O gosto umami está associado aos compostos do ácido glutâmico, um aminoácido essencial para os processos orgânicos e que está presente naturalmente em diversas proteínas de origem animal e vegetal, como cogumelo, tomate, batata, sardinha, dentre outros.

O glutamato monossódico (MSG) é um sal sódico derivado do ácido glutâmico muito utilizado como ingrediente em temperos, molhos prontos, conservas, carnes temperadas, embutidos, entre outros, para intensificar o sabor desses alimentos. É produzido pela fermentação do melão de cana, açúcar de beterraba e amido de mandioca ou cereais sendo absorvido e metabolizado no organismo humano da mesma forma que o natural.

Outros compostos incluindo 5-adenosina-monofosfato (5-AMP), 5-inosina-monofosfato (5-IMP) e 5-guanisina-monofosfato (5-GMP) são também conhecidos por apresentarem gosto umami (BELLISLE, 1998).

MORRIS *et al.* (2007) avaliaram os níveis dos principais compostos umami em tubérculos de batata cozida das cultivares, correlacionando a qualidade sensorial determinada por uma equipe sensorial treinada com os níveis livres de compostos umami como aminoácidos, glutamato, aspartato e 5-ribonucleotídeos, GMP, AMP, os quais foram

medidos durante o cozimento. Os resultados indicaram forte correlação positiva entre esses dados, sugerindo que o umami pode ser um importante componente do gosto da batata.

1.7. Armazenamento de tubérculos de batatas

A batata apresenta as principais alterações de qualidade durante o armazenamento: redução de concentração de amido e, em consequência, acúmulo de glicose (açúcar redutor), esverdeamento, brotamento e perda de água, com murchamento e redução de peso (KOBBLITZ, 2011; PEREIRA e CAMPOS, 1993; WILSON *et al.*, 1981).

Quando a batata é armazenada abaixo da temperatura crítica (próximo de 10 °C) até 30 % do amido estocado podem ser convertidos em açúcares pela ação das enzimas fosforilases. Esse acúmulo nos tecidos é considerado indesejável conforme discutido anteriormente. A hidrólise do amido e o acúmulo de glicose é revertido pelo aumento da temperatura, o que favorece a atividade de síntese do amido; no entanto, mesmo após a ressíntese, a textura da batata cozida permanece alterada (KOBBLITZ, 2011).

O esverdeamento da batata ocorre por síntese de clorofila nas células da epiderme após a exposição à luz (solar ou artificial). O surgimento do pigmento verde reduz a aceitabilidade do produto, pela alteração na aparência e também com sua correlação com a síntese de glicoalcalóides que pode causar gosto amargo e ter efeitos tóxicos após o consumo. A ocorrência do esverdeamento é comum no campo, quando os tubérculos são amontoados de forma incorreta, e também no armazenamento, especialmente durante a exposição em supermercados (KOBBLITZ, 2011).

Para se controlar o fluxo de mercado e aumentar o período de conservação dos tubérculos de batatas, pode-se armazená-los em temperaturas de refrigeração. Em temperaturas entre 1 °C e 4 °C é possível conservar as batatas, sem surgimento de injúrias, por longo tempo. Nessa faixa é possível controlar tanto o brotamento quanto o desenvolvimento de microrganismos, além de reduzir significativamente a perda de água. No entanto, nesta faixa de temperatura favorece especialmente o acúmulo de açúcares redutores e a degradação do amido, e para comercialização, sobretudo processamento (batatas fritas e *chips*), é necessário um período de condicionamento que favoreça a ressíntese do amido. No entanto, de modo geral, o armazenamento de batatas é feito em temperaturas entre 10 °C e 12,8 °C, com umidade do ar superior a 85 %. Nessas condições, é possível controlar satisfatoriamente o desenvolvimento microbiano sem provocar o acúmulo de glicose com perda de amido. Em muitos casos, o brotamento e mesmo alguma

contaminação específica são controlados com alguma aplicação de produtos químicos ou pelo uso de tratamentos físicos (KOBBLITZ, 2011).

De acordo com KLEINKOPF (1995), batatas para processamento são geralmente armazenadas entre 6 °C e 10 °C. Para comercialização do produto fresco, armazena-se entre 4 e 10 °C, enquanto para batata-semente, normalmente a temperatura é de 3 °C a 4 °C.

HERRMAN (1995) cita que as batatas destinadas ao armazenamento em longo prazo, antes do processamento de *chips* ou palito, deveriam estar fisiologicamente maduras para evitar o acúmulo de açúcares redutores e possuir uma adequada aderência da casca para evitar perda de peso no armazenamento pela desidratação e apodrecimento.

BERVALD *et al.* (2010) verificaram a possível alteração nos teores de carboidratos em tubérculos de diferentes genótipos de batata antes e após o armazenamento a 4 °C e 20 °C. Os genótipos produzidos foram avaliados quanto aos teores de amido, sacarose, açúcares totais e açúcares redutores. O tratamento controle consistiu da análise dos tubérculos logo após a colheita, enquanto os demais foram divididos em dois lotes, padronizados quanto ao tamanho e armazenados a 4 °C e 20 °C durante 33 dias, sendo então novamente avaliados pelas mesmas análises. Os teores de amido foram pouco alterados pelas condições de armazenamento. Os teores de açúcares totais e redutores aumentaram quando os tubérculos foram submetidos à refrigeração, porém com taxas de incremento diferentes entre os genótipos. Para os teores de sacarose, de maneira geral, houve redução com o armazenamento em ambas as condições. A cultivar Pérola e os clones C-1740-11-94 e C-1786-6-94 tiveram o menor acúmulo de açúcares quando armazenados a baixa temperatura.

BACARIN *et al.* (2005) estudaram os teores de açúcares em tubérculos de batata dos genótipos Atlantic, Pérola, Asterix e C-1786-6-94, armazenados nas temperaturas de 4, 12 e 20 °C, por 30 e 60 dias e, após 30 dias de armazenamento, recondicionados. Quando armazenados por 30 dias a 4 °C, todas as batatas aumentaram os teores de carboidratos solúveis totais e açúcares redutores, havendo diferenças nas taxas de incremento. O armazenamento a 12 °C por um período de 30 dias induziu aumento nos teores de açúcares; aos 60 dias de armazenamento houve uma tendência a diminuir açúcares redutores. No recondicionamento de 4 para 20 °C houve redução acentuada nos teores de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais. O recondicionamento de 12 para 20 °C teve efeito expressivo na redução dos teores de açúcares redutores e carboidratos solúveis totais. No armazenamento a 20 °C pequenas flutuações ocasionais foram percebidas nos teores de açúcares com tendência a diminuir ao longo do armazenamento.

1.8. Influência das características de qualidade dos tubérculos para processamento industrial de batata frita

1.8.1. Formato

De acordo com PÁDUA *et al.* (2011), dependendo da constituição genética, cada cultivar apresenta tubérculos com um formato característico, podendo ser redondo, oval, alongado, dentre outras formas. Sendo que algumas cultivares pode apresentar maior ou menor grau de uniformidade de conformação dos tubérculos. Embora o formato seja uma característica mais condicionada pelo efeito genótipo e pouco influenciada pelo meio ambiente, alguns fatores ligados às condições ambientais e ao manejo do solo e da cultura podem afetar o bom desempenho do tubérculo e, conseqüentemente, o seu formato. Condições climáticas como temperaturas elevadas, ventos e umidade relativa do ar podem influenciar no teor de umidade do solo e da planta causando desequilíbrio na absorção de nutrientes e translocação de assimilados, afetando o crescimento e a conformação dos tubérculos.

Para atender a indústria de processamento dos tubérculos na forma de fritura, é exigido que os tubérculos tenham formato uniforme, assim, evita perdas de processamento.

O formato ideal depende do tipo de processamento na fritura. Para batatas chips ou fatias o tubérculo deve apresentar forma arredondada e levemente achatada ou ovalada, a fim de proporcionar um bom aspecto final e serem graúdos para permitirem maior rendimento e fatias dentro do padrão comercial.

As cultivares Atlantic, Chipie, Lady Roseta, Marlem, Panda e Sinora, apresentam tubérculos arredondados e são recomendadas para fritura na forma de *chips* e de batata palha. Entretanto, as cultivares Agria, Colorado, Fontane e Soléia apresentam tubérculos alongados e são adequados para fritura na forma palitos ou *french fries* e de batata palha (PÁDUA *et al.*, 2011).

1.8.2. Densidade específica de batatas

O peso específico (gravidade específica ou densidade específica), ao lado do teor de matéria seca, é um atributo que define a qualidade culinária da batata. Por ser de fácil medição, é utilizado pela indústria de processamento como estimador do teor de matéria seca dos tubérculos. Apresenta ainda correlação positiva com o teor de matéria seca, ou seja, quanto maior o conteúdo de massa seca maior será o peso específico (PAVILISTA e OJALA, 1997; ZORZELLA *et al.*, 2003a).

Para se produzir batata frita de boa qualidade é necessário que o peso específico do tubérculo seja alto, maior do que $1,080 \text{ g/cm}^3$ (BORRUEY *et al.*, 2000), acarretando maior quantidade de produto final (rendimento) e menor consumo de óleo, a partir da mesma quantidade de matéria-prima (MAEDA e DIP, 2003). Porém a indústria nacional de batata frita aceita um mínimo de $1,073 \text{ g/cm}^3$ (POPP, 2000).

Os tubérculos que apresentam maior peso específico acumulam menor conteúdo de açúcares redutores durante a permanência nos armazéns. Apesar de o peso específico ser afetado pelo grau de maturação e pelos fatores ambientais ou agrônômicos, basicamente é determinado pela constituição genética da cultivar da batata (SALAMONI *et al.*, 2000; ZORZELLA *et al.*, 2003a; PAVILISTA e OJALA, 1997).

1.8.3. Teor de matéria seca

O maior conteúdo de matéria seca confere qualidade superior à batata frita, pois possibilita maior rendimento industrial (proporção da massa *in natura* e a da massa processada), com menor consumo de gordura, menor tempo para a fritura, e conseqüentemente, redução do custo de produção. Além de conferir maior crocância, melhor apresentação e produto mais saudável, com menor absorção de gordura (COELHO, VILELA e CHAGAS, 1998; COSTA, 1998).

1.8.4. Teor de açúcares redutores

O teor de açúcares redutores é também uma característica importante na escolha da cultivar, uma vez que influencia na qualidade de cor da batata frita, conforme descrito anteriormente. Os tubérculos devem apresentar teores abaixo de 0,2 % de açúcares redutores (PÁDUA *et al.*, 2011).

1.8.5. Absorção de óleo pela batata na fritura

A absorção de óleo pela batata durante a fritura deve ser mínima, o que é um fator de importância econômica para a indústria, determinando, em grande parte, o custo de produção, como também, os aspectos da palatabilidade e nutricional, sendo mais digestível e menos energética (PAVILISTA e OJALA, 1997; ALMEIDA *et al.*, 1983).

Os principais fatores que determinam a quantidade de óleo absorvido pelo alimento durante a fritura são: o tempo e temperatura usados no processo; a superfície de contato e a composição e tipo de alimento. Para reduzir a absorção, deve-se deixar o alimento o mínimo de tempo em contato com o óleo, por meio da otimização e da manutenção da temperatura

(PAVILISTA e OJALA, 1997; AGUILERA,1997; DOBARGANES, MÁRQUEZ-RUIZ e VELASCO, 2007).

1.9. Processamento industrial de batatas fritas

O processamento industrial de batatas fritas está descrito de acordo com PASCHOALINO *et al.* (1975) e SMITH (1959) citado por COSTA (1988).

1.9.1. Batata *chips*

A batata *chips* é uma das diversas formas de se processar a batata e consta basicamente da batata cortada em fatias finas de 1 a 2 mm de espessura, fritas em óleo e salgada. É largamente consumida em lanches ou no acompanhamento de algumas refeições leves. Apesar do teor de açúcar redutor ser um ponto fundamental, o formato da batata também é importante, principalmente se o descascamento é mecânico. As cultivares de tubérculos arredondados podem ser descascadas com mais facilidade e menores perdas.

As etapas do processamento de batata na forma de *chips* estão resumidas na Figura 2:

Primeiramente ocorre a lavagem dos tubérculos para retirada das sujidades. Em seguida, o descascamento mecânico com equipamentos específicos (máquinas abrasivas para poucas quantidades até descascadores próprios para grandes indústrias que retiram a película da batata após uma rápida cocção).

A lavagem é importante na produção de *chips*, pois após o descascamento ou o corte, as células danificadas liberam amido, o qual durante o processo de fritura funcionará como uma "cola", fazendo com que as fatias fiquem aderidas umas às outras.

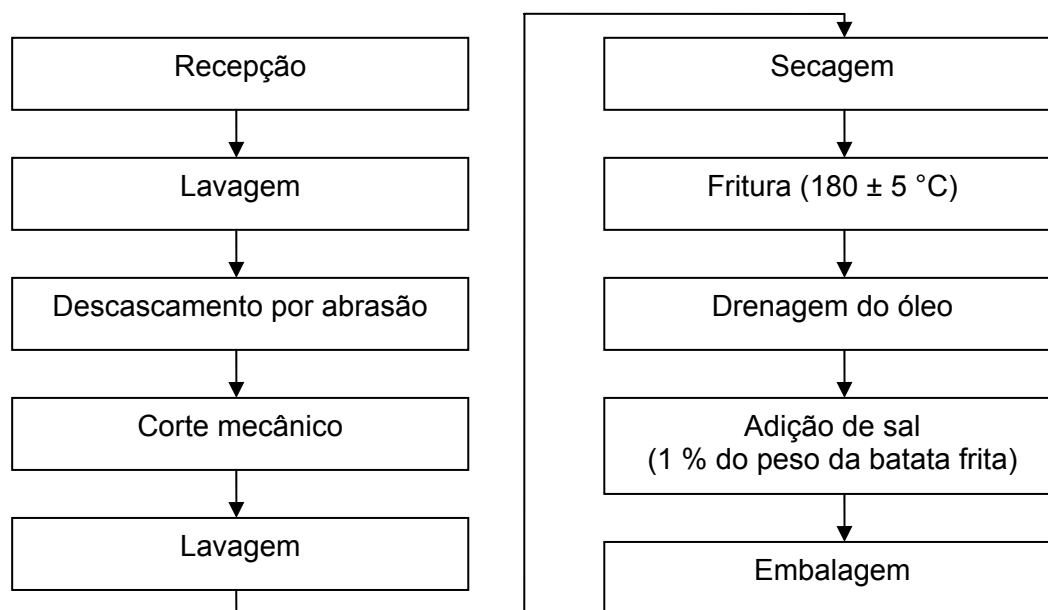


Figura 2. Fluxograma do processamento industrial de batata frita.

O fatiamento deverá ser feito mecanicamente, pois só assim se obterá fatias de mesma espessura, o que trará maior uniformidade de fritura e melhor qualidade do produto final. Recomendam-se fatias com 1 a 2 mm de espessura. Fatias com menos de 1 mm de espessura ficarão muito susceptíveis a se quebrarem durante o processamento; mais de 2 mm, as fatias poderão ficar com a parte interna sem fritar, o que traria características indesejáveis para o produto.

Posteriormente, ocorre novamente a lavagem das fatias, pois é grande a exsudação de seiva do produto contendo grandes quantidades de amido. A não retirada desse excesso de amido das fatias fará com que elas colem umas nas outras durante a fritura. Portanto, nesta fase do processo uma lavagem com água limpa, tratada e corrente deverá ser feita com bastante critério.

A secagem deve ser feita logo após a lavagem para eliminar o excesso de água que, além de provocar o borbulhamento do óleo de fritura, poderá quando em excesso diminuir em alguns graus a temperatura ideal de fritura.

A fritura não deve ultrapassar de 2 min a uma temperatura de 185 °C. As fatias devem ser imersas totalmente no óleo e guardar uma proporção de 1 kg de fatias para 25 litros de óleo. A quantidade desproporcional de fatias ou pedaços de tubérculos acarreta queda excessiva de temperatura no óleo e aumenta, portanto, o tempo de fritura, resultando em produtos de qualidade inferior (BORGSTRON, 1976).

A drenagem do excesso de óleo é importante na medida em que se elimina parte do óleo da fritura, melhorando-se a qualidade do produto. Em seguida, adiciona-se sal fino iodado em uma porcentagem de 100 a 200 g para cada 10 kg de batata já frita.

Após a salga, devem-se deixar as fatias em repouso por um determinado tempo e, por fim, encaminhadas para a embalagem.

1.9.2. French fries ou palito

O processamento da batata para a fabricação de *french fries*, mais conhecida como batata palito, é muito semelhante ao da batata *chips*. Entretanto, algumas etapas do processamento são um pouco diferentes e, para efeito didático, descrevem-se somente aquelas que fazem a diferença.

O processo de corte para obtenção de palitos é realizado mecanicamente, sempre com o cuidado de cortar a batata no sentido longitudinal, visando obter palitos compridos. Este é um ponto importante, pois um dos aspectos de qualidade da batata palito é o seu comprimento médio, que deve ser de no mínimo 5 cm. As dimensões do corte transversal vêm pré-estabelecidas no equipamento, ou seja: 1x1 cm de corte transversal.

O branqueamento ocorre entre a secagem e a fritura, e consiste em manter os palitos em água fervente por 2 min. Este processo inibe a ação de algumas enzimas que são responsáveis pelo escurecimento do produto final. PAVILISTA e OJALA (1997) descrevem que o branqueamento antes da fritura melhora a consistência e a textura, reduz o tempo de fritura, gelatiniza a camada superficial do amido nas tiras e, ajuda a produzir cor uniforme.

A fritura ocorre da mesma forma que os *chips*, após o enxugamento do excesso de água dos palitos, eles são fritos em óleo, á temperatura de 190 °C por 4 min, mantendo sempre proporção de 1 kg de palitos para 25 L de óleo. Esta proporção evitará o esfriamento do óleo quando colocar a batata para fritar.

Os palitos podem, dependendo do tipo de mercado, serem pré-fritos embalados e congelados para serem vendidos desta forma. Para isso, a fritura deve ser mais rápida e em temperatura de óleo mais baixa, de modo que os palitos não fiquem totalmente fritos, operação esta que deverá ser completada pelo consumidor. A temperatura do óleo para pré-fritura deve ser de 180 °C e o tempo não deve ultrapassar 1 min.

O congelamento dos palitos pré-fritos deve ser feito em duas etapas. Nos grandes processadores industriais eles são transportados por uma esteira através de um túnel de ar frio, onde é resfriado para uma temperatura de 2 °C a 3 °C e, após embalados, são congelados a uma temperatura de - 20 °C.

1.10. Cinética química

As leis da termodinâmica determinam quando uma reação química será espontânea comparando as energias e entropias dos estados inicial e final do sistema. Entretanto, a termodinâmica não considera em quanto tempo esse processo ocorrerá, focando apenas nas diferenças entre os estados inicial e final do sistema. O ramo da ciência que se dedica a estudar a velocidade em que os processos químicos ocorrem é denominado cinética (do grego *kinesis*, movimento). A cinética química inclui a investigação de como diferentes condições do sistema podem influenciar a velocidade dos processos químicos, provendo informações sobre mecanismos de reação e estados de transição, além de modelos matemáticos que descrevem as características destes processos (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

A experiência mostra que os reagentes não são instantaneamente convertidos em produtos em uma reação química. Várias observações demonstram que algumas reações simplesmente não ocorrem a menos que certa quantidade de energia seja fornecida ao sistema. Pode-se então postular que um sistema em transformação deve passar por um máximo de energia durante o curso da reação, localizado entre as energias de seu estado inicial e final. Esta posição de energia máxima é conhecida como estado de transição da reação, e a diferença com a energia inicial do sistema é conhecida como barreira de energia da reação. A Figura 1.1 mostra um diagrama de energia genérico para uma reação elementar, ou seja, que ocorre em uma única etapa (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998).

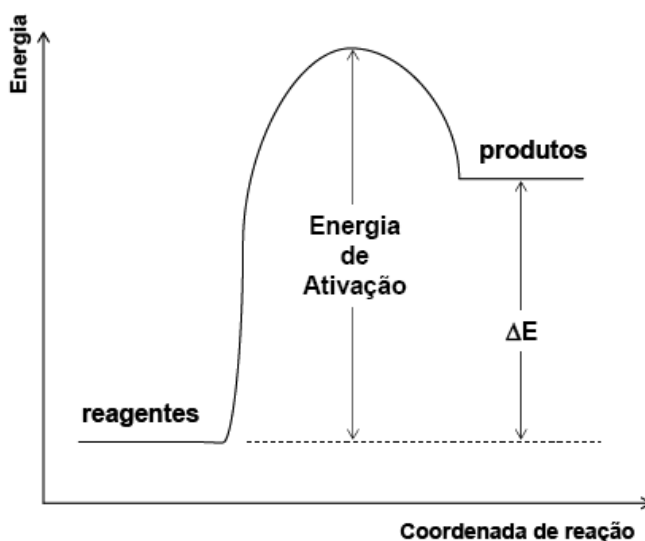


Figura 2. Diagrama de energia de uma reação química elementar.

Vários sistemas químicos em transformação são constituídos por duas ou mais reações elementares e, neste caso, são denominados reações complexas ou compostas (Figura 3). Neste caso, há a formação de um intermediário instável no ponto de energia mínima entre os dois estados de transição. Este intermediário não pode ser caracterizado como um estado de transição porque não ocorre em um ponto de máxima energia no caminho de reação. Uma interpretação alternativa consiste em considerar o intermediário como o produto da primeira reação elementar e que constitui, por sua vez, o reagente da segunda reação elementar. Por meio da descrição seqüencial de todas as reações elementares que ocorrem entre o estado inicial e final do sistema pode-se postular o mecanismo da reação, assim como também é possível estimar as estruturas químicas e a estequiometria dos estados de transição de cada uma das reações elementares. Também é possível determinar equações matemáticas capazes de quantificar o comportamento do sistema, isto é, de definir as concentrações dos reagentes e/ou produtos em qualquer intervalo de tempo transcorrido após um tempo inicial arbitrário. A estas equações dá-se o nome de leis de velocidade (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

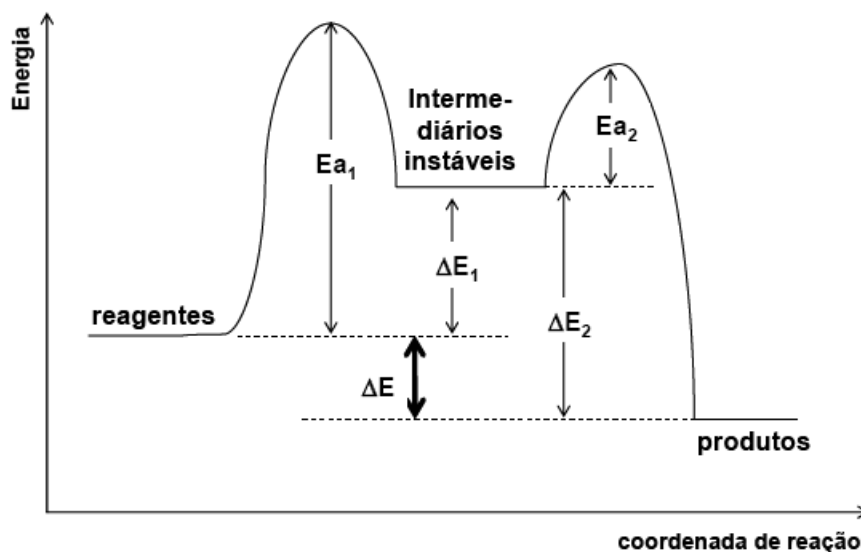
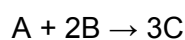


Figura 3. Diagrama de energia para uma reação complexa, composta por duas reações elementares.

1.10.1. Leis da velocidade

Uma reação química genérica ocorrendo em um sistema fechado (em que não há perda e ganho de matéria). Por exemplo, a velocidade da reação genérica (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006):



Certamente a taxa de variação da concentração do composto A é duas vezes maior que aquela do composto B porque duas moléculas deste último reagem com uma única molécula de (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

À relação matemática que descreve a velocidade de uma reação química em função da concentração das espécies do sistema (usualmente a temperatura e pressão constantes) dá-se o nome de equação ou lei de velocidade, que é genericamente expressa como (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

$$\text{Equação 1: } v = k.[P]^m.[Q]^n$$

em que k é a constante de velocidade (também conhecida como coeficiente de velocidade) e os expoentes m e n são definidos como as ordens da reação com relação, respectivamente, às espécies P e Q. A constante de velocidade k tem sinal positivo se a velocidade da reação é expressa como função de um produto da reação, e negativo, se a velocidade for expressa como função de um reagente (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997).

A constante de velocidade k independe das concentrações de quaisquer das espécies envolvidas na reação. É importante também salientar que a constante de velocidade e a velocidade da reação propriamente dita são grandezas diferentes. Entretanto, em uma equação de velocidade simples, k pode ser interpretada como o número de moles por litro reagindo por unidade de tempo quando as concentrações de todas as espécies do sistema são iguais a 1 mol.L^{-1} . Dada esta interpretação, a constante de velocidade é também conhecida como velocidade específica (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

A soma dos expoentes de uma lei de velocidade é a ordem geral da reação. Entretanto, algumas leis de velocidade têm formatos diferentes daquele apresentado na Equação 1, por exemplo, as concentrações podem aparecer no denominador ou a ordem de

reação com relação a algum composto pode ser fracionária e, nestes casos, o conceito de ordem geral da reação não é aplicável. Leis de velocidade que seguem o formato da Equação 1 são denominadas equações de velocidade simples, enquanto que, aquelas que apresentam formatos diferentes são conhecidas como equações de velocidade complexas (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

No caso de um mecanismo de reação complexo, apesar de ser possível que a ordem da reação em relação a um determinado composto seja igual ao seu coeficiente estequiométrico na reação química, este não é o caso geral e a ordem da reação com relação a cada espécie deve necessariamente ser determinada empiricamente através de técnicas experimentais bem definidas. Dentre as técnicas mais empregadas encontram-se os métodos do isolamento, das concentrações iniciais e do ajuste (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

Analogamente, se o experimento for repetido para concentrações iniciais constantes de *B* enquanto as concentrações iniciais de *A* são variadas, a ordem da reação com relação a *A* pode ser determinada.

Outra maneira prática de determinar a ordem e a constante de velocidade de reações simples é por meio do ajuste de equações de regressão aos dados experimentais, tendo em vista as soluções integradas das leis de velocidade. Por exemplo, a integração da equação de velocidade de ordem zero (Note-se que a velocidade de uma reação que segue cinética de ordem zero é independente da concentração dos reagentes ou dos produtos no tempo) (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

$$\text{Equação 2: } v = k \cdot [A]^0 = k$$

$$\text{Equação 3: } [A]_{\Delta t} - [A]_{\Delta t=0} = k [\Delta t - \Delta t_0]$$

em que *k* deve ter dimensões de velocidade (mol.L⁻¹.s⁻¹) e tem sinal negativo se *A* é consumido na reação e positivo caso contrário. Assim, se a cinética da reação for realmente de ordem zero, um gráfico de Δ[A] por Δt deve fornecer uma reta com coeficiente angular cujo módulo vale *k* (Figura 4).

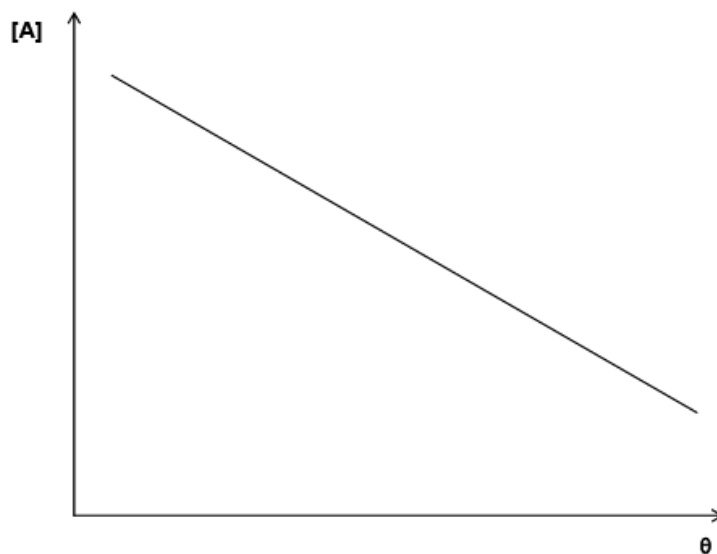


Figura 4. Gráfico da variação da concentração da espécie A com o tempo para uma reação de cinética de ordem zero.

Reações que possuem cinética de primeira ordem (Figura 5) possuem a seguinte lei de velocidade (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006):

$$\text{Equação 4: } v = k [A]^1$$

cuja a equação é integrada, em que k tem dimensões de frequência (s^{-1}) e é negativo se A é consumido na reação e positivo caso contrário. A constante de velocidade k pode ser determinada a seguir:

$$\text{Equação 5: } \ln\left(\frac{[A_\theta]}{[A_{\theta_0}]}\right) = k(\theta - \theta_0)$$

A Equação 5 mostra que um gráfico de $\ln([A_\theta] / [A_{\theta_0}])$ por $\Delta\theta$ fornecerá uma reta cujo coeficiente angular é igual a k .

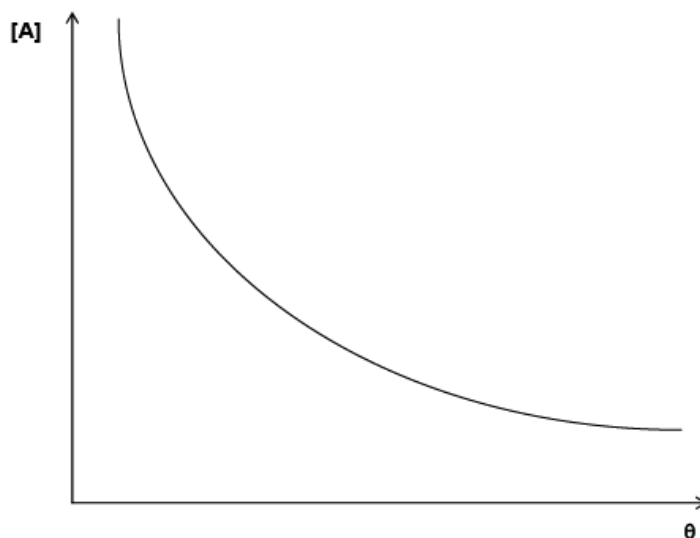


Figura 5. Gráfico da variação da concentração da espécie A com o tempo para uma reação de cinética de primeira ordem.

As leis de velocidade de reações que seguem cinética de segunda ordem estão representadas na Figura 6. Na primeira, a velocidade da reação depende apenas da concentração de um dos reagentes elevado ao quadrado [12-15]:

$$\text{Equação 6: } v = k [A]^2$$

$$\text{Equação 7: } k [\square - \square_0]$$

A integração mostra que k tem dimensões de $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ e será negativo se A for consumido no tempo. Se a reação for de segunda ordem com relação a A, um gráfico de $1/[A]_t$ por t fornecerá uma linha reta com coeficiente angular igual a k e intercepto igual a $1/[A]_{t=0}$.

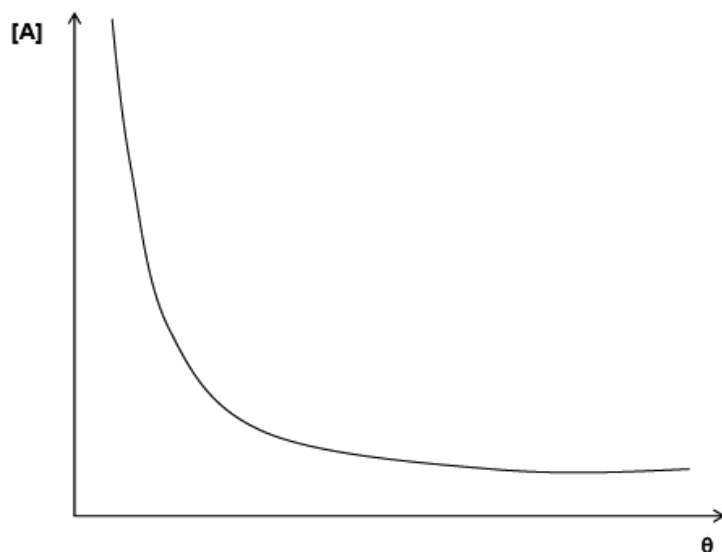


Figura 6. Gráfico da variação da concentração da espécie A com o tempo para uma reação de cinética de segunda ordem.

1.10.2. Dependência da lei da velocidade com a temperatura

A velocidade de uma reação química é dependente da temperatura do sistema. De fato, a síntese prática de muitos compostos de interesse industrial só é possível quando o sistema é mantido sob temperaturas adequadas (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997).

A velocidade de uma grande gama de reações apresenta comportamento exponencial com o aumento da temperatura do sistema (Figura 7a). Entretanto, em alguns casos específicos, outros comportamentos são observados. A Figura 7b mostra uma reação que se torna explosiva assim que uma temperatura mínima é atingida, enquanto que a Figura 7c representa uma típica reação catalisada por enzimas: acima de certa temperatura, em que a velocidade de conversão é máxima, a desnaturação da enzima faz com que a velocidade da reação caia rapidamente (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006; SABATIE *et al.*, 2005; LIANG e HWANG, 2008). Todavia, as relações observadas entre a velocidade de uma reação química e a temperatura do meio reacional é determinada pela conhecida equação de Arrhenius:

$$\text{Equação 8: } k_T = A e^{-Ea/RT}$$

em que A é conhecido como termo pré-exponencial ou fator de frequência e tem as mesmas unidades de k , e Ea é denominada energia de ativação do sistema. Se a constante de

velocidade for medida a várias temperaturas, a Equação 8 revela que E_a pode ser determinada experimentalmente através da inclinação da reta do gráfico de $\ln(k_T)$ por $1/T$ (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

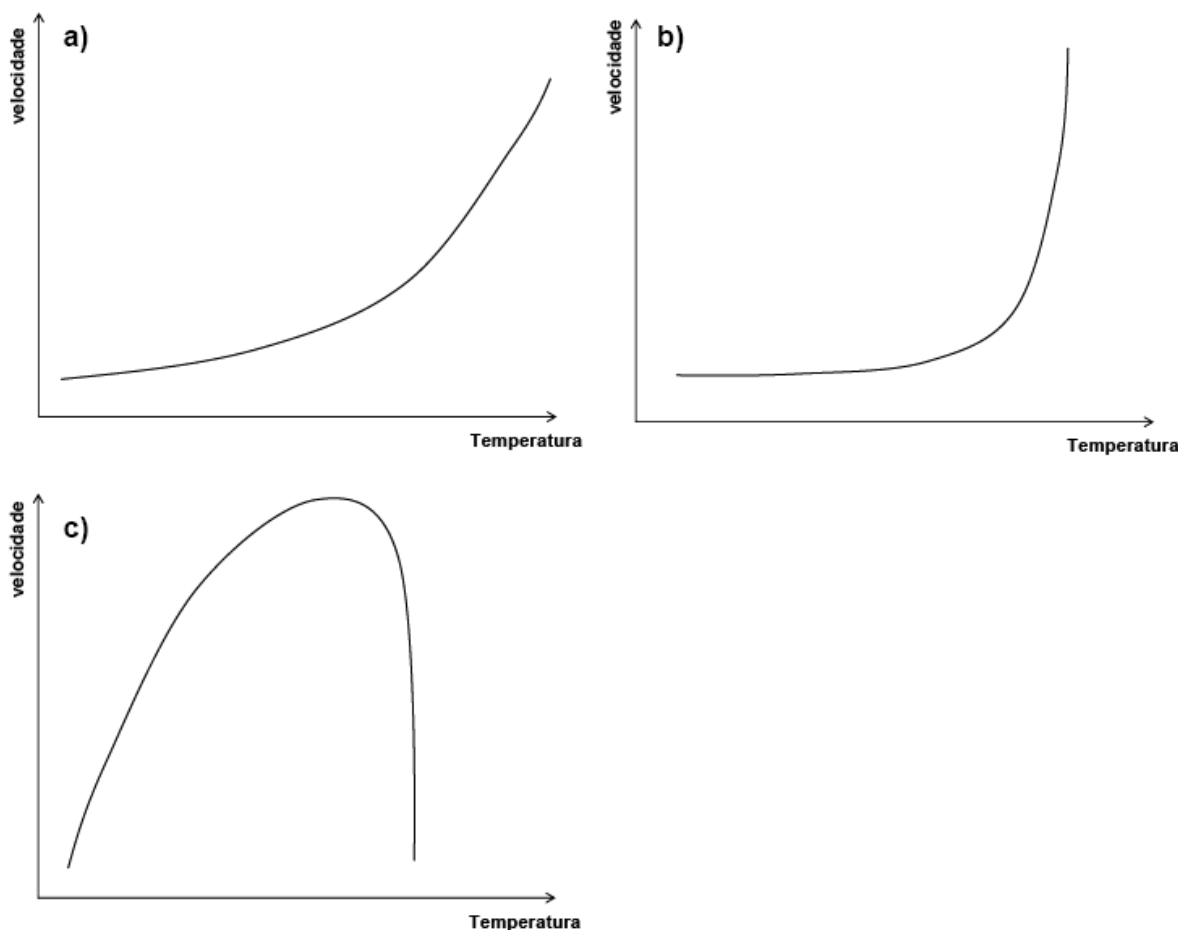


Figura 7. Comportamentos típicos das velocidades de reações químicas em função da temperatura: a) aumento exponencial; b) comportamento explosivo e c) catálise enzimática.

As considerações e resultados obtidos pela equação de Arrhenius continuam válidos até os dias atuais e, por este motivo, a Equação 8 é conhecida como Lei de Arrhenius. De fato, a observação de que uma reação química não obedece à lei de Arrhenius constitui evidência de que a reação se dá por mecanismos complexos. Uma interpretação simples, mas conveniente, pode ser formulada da seguinte maneira: para que uma reação química ocorra é necessário que os reagentes colidam com uma energia (cinética mais potencial) mínima igual à energia de ativação (E_a). Por exemplo, em um sistema gasoso podem ocorrer inúmeras colisões entre os reagentes, mas estes se transformarão em produtos apenas se as colisões tiverem energia maior ou igual à E_a . Deste modo, o termo pré-

exponencial pode ser entendido como uma medida da taxa total de colisões no sistema, independente de sua energia, enquanto que o termo exponencial ($e^{-E_a/RT}$) na Equação 8 pode ser interpretado como a fração de colisões que possuem energia suficiente para proporcionar a reação. Assim, produto $A \times e^{-E_a/RT}$ fornece uma estimativa do número de colisões reativas no sistema (MACQUARRIE e SIMON, 1997; ATKINS, 1998; LAIDLER, 1997; HOUSE, 2007; HOUSTON, 2006).

2. ANÁLISE SENSORIAL

Segundo definição da ABNT (1993), análise sensorial é uma disciplina científica usada para estimular, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e outros materiais da forma que são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

Este tipo de análise tem se mostrado tão importante para avaliar e conhecer a qualidade de um alimento, quanto às análises microbiológicas e físico-químicas, caracterizando um meio seguro para avaliar as alterações sensoriais que ocorrem em função do tempo e de condições de armazenamento, do tipo de embalagem, de variações no processamento, variações na matéria-prima, entre outras (MINIM e DANTAS, 2004).

A análise sensorial é um método subjetivo por tratar-se de julgamentos humanos por meio dos órgãos do sentido. Entretanto, a utilização correta da metodologia sensorial disponível leva a resultados reprodutíveis e precisos quando comparados às tecnologias dos métodos objetivos (CHAVES e SPROESSER, 1993).

Há um grande número de métodos para testes sensoriais. Os testes clássicos podem ser classificados em: afetivos, discriminatórios e descritivos (STONE e SIDEL, 1993).

Quando a intenção é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto utiliza-se teste de aceitação com escala hedônica. É um teste afetivo. Esta escala varia gradativamente entre os termos hedônicos “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”, permitindo que o consumidor expresse sua aceitação pelo produto com base nos atributos gosta e desgosta. A escala pode entre cinco, sete e nove pontos, sendo a escala hedônica de nove pontos a mais recomendada (MINIM, 2006).

Quando o objetivo não é avaliar a aceitação do produto, mas sim caracterizá-lo sensorialmente, técnicas de análise descritiva são utilizadas. As técnicas descritivas mais utilizadas são: Perfil de Sabor, Perfil de Textura, Perfil Livre, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), Espectro sensorial e a Análise Descritiva de Ordenação (ADO).

2.1. Análise sensorial descritiva: Método espectro sensorial

Os métodos descritivos de análise sensorial têm como objetivo descrever as propriedades sensoriais dos produtos e medir a intensidade percebida dessas propriedades. Desde que seres humanos são usados como ferramenta na análise descritiva, a validade e a confiabilidade dos resultados dependem da formação de uma equipe para padronizar as práticas de avaliação entre os julgadores. A equipe deve ser treinada para entender completamente o uso da terminologia e de forma consistente as escalas de intensidade e as amostras referências (CHAVES e SPROESSER, 1996; MEILGAARD, *et al.* 1999; STONE e SIDEL, 2004).

Desenvolvido por Gail V. Civille, o método espectro é também conhecido como “Escala Universal”. É uma ferramenta sensorial descritiva universal que apresenta referências absolutas, reprodutibilidade e repetibilidade nos resultados. Este método consiste em uma caracterização completa e detalhada dos atributos sensoriais de um produto (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991).

O método espectro pode ser usado para avaliar uma série de categorias de produtos, incluindo alimentos, bebidas, higiene pessoal, papel, entre outros. Enfatiza os aspectos quantitativos e qualitativos das medidas descritivas (MUÑOZ e CIVILLE, 1992).

A Escala Universal é baseada na filosofia de que intensidades de atributos são classificadas em termos absolutos e universais, ou seja, as intensidades limite são estabelecidas considerando todos os produtos e intensidades para definir o ponto mais "alto" na escala. Assim, uma vez que todas as categorias de produtos são consideradas, o ponto referência de intensidade maior selecionado representa a maior intensidade “absoluta”. Este ponto de referência é usado pelo líder da equipe treinada como diretriz à taxa de todas as intensidades dos atributos do estudo para todos os produtos (MUÑOZ e CIVILLE, 1997).

A abordagem da escala universal consiste em afirmar que:

- As intensidades atribuídas à maioria dos produtos são inferiores ao escore de referência;
- Todos os atributos são comparados a uma intensidade absoluta de referência, no entanto, a classificação dos atributos não é feita relacionando uns aos outros, não havendo uma relação dentro de uma amostra particular, mas sim a uma escala absoluta;
- Como a comparação de todos os atributos é relativa a uma escala absoluta, as diferenças de intensidade entre os atributos são reais, e o que difere é a diferença absoluta.

O tamanho da equipe é semelhante ao da Análise Descritiva Quantitativa, entre 8 a 12 julgadores. Os participantes pontuam da mesma maneira em todos os atributos. As escalas são ancoradas em cada extremidade, comumente em escala numérica de 0 a 15. Durante o treinamento são estabelecidas escalas a serem utilizadas e suas respectivas intensidades. Neste período os produtos são apresentados aos julgadores para familiarizá-los quanto ao uso da escala. Embora a âncora da escala final seja 15, os participantes podem atribuir números mais altos, se necessário. O responsável pela equipe deve ter um papel ativo na formação do grupo, incluindo uso das escalas e desenvolvimento da linguagem e sua aplicação. Os julgadores com o apoio do responsável do grupo identificam a linguagem sensorial para o produto, a sua ordem de aparição e as definições de cada termo (DRAKE e CIVILLE, 2002; MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1999).

MUÑOZ e CIVILLE (1997) mostram a avaliação do sabor, uma escala universal a qual considera todas as categorias de alimentos para a seleção do ponto de maior intensidade de referência. O alimento ou ingrediente que tem a maior intensidade de substâncias aromáticas é escolhido como o mais alto ponto de referência na intensidade aromático em uma escala universal. Por exemplo, a escala Espectro dos aromáticos usa o impacto da canela da goma de mascar *Big Red* como ponto de referência para uma das maiores intensidades de substâncias aromáticas (13 na intensidade em uma escala de 15 pontos). Da mesma forma, uma solução de sacarose 16 % é usada como referência para o limite de gosto doce (15 em intensidade). Tendo escolhido uma intensidade muito alta, como exemplo de referência de alta intensidade, todas as outras intensidades são classificadas em conformidade, e, geralmente, inferior a este ponto de referência que marca a extremidade superior da escala. Aos julgadores são apresentados outros pontos de referência e incentivados a classificar todas as amostras usando os números de proporção da classificação mais alta.

KOCAOGLU-VURMA *et al.* (2008) estudaram o efeito de culturas de *Lactobacillus* sobre a composição sensorial de quatro tipos de queijos suíços. Os julgadores aprenderam a identificar o sabor descrito usando a mesma escala de intensidade, por meio da apresentação e discussão das definições de sabor, referência e uma grande variedade de queijos (queijo suíço e outros), para permitir que eles diferenciem as amostras idênticas de forma consistente.

KRAUSE *et al.* (2007) estudaram o efeito da refrigeração e armazenamento sobre as características sensoriais e físicas da manteiga. Os atributos avaliados na análise sensorial descritiva pelo método Espectro foram cor, aroma e textura. Os julgadores foram selecionados com experiência de, no mínimo, 75 horas. E, receberam um adicional de 25 horas de treinamento para concentrarem na identificação e dimensionamento de sabor de

manteiga e textura. Durante o treinamento, os julgadores discutiram e avaliaram uma série de manteigas comerciais. A escala do espectro universal foi usada para a intensidade da escala no atributo de sabor.

DRAKE *et al.* (2000) realizaram análise sensorial de iogurte com baixo teor de gordura enriquecido com diferentes concentrados protéicos de soja sob o efeito da refrigeração. Durante o treinamento dos julgadores foram apresentados a uma matriz de iogurtes com e sem proteína de soja para auxiliar na identificação dos termos. A equipe recebeu aproximadamente 30 horas de formação, em que se desenvolveu e definiu os termos descritores. Atributos de aparência (cor, soro livre), aroma (lácteos fermentados, soja), sabor (acidez, doçura, adstringência e leite fermentado) foram selecionados.

CHAPMAN *et al.* (2004) realizaram experimento com vinhos *Cabernet Sauvignon* fabricado a partir de vinhas com diferentes rendimentos das culturas. Os vinhos foram analisados utilizando métodos combinados da análise descritiva quantitativa e espectro sensorial. Duas equipes foram treinadas para as safras de 2000 e 2001 com o mesmo responsável. Os participantes fizeram três sessões de uma hora por semana durante quatro semanas. Durante as duas primeiras semanas, os participantes receberam três vinhos experimentais para listarem os termos descritores individualmente, e depois discutiram os resultados. O grupo também gerou os escores após terem avaliado os padrões. As duas últimas semanas foram gastas para a formação dos julgadores no atributo de escala. Durante as primeiras quatro sessões, aos participantes foram servidos três vinhos e foram solicitados a classificá-los para os atributos listados na tabela de indicadores utilizando uma escala de 16 pontos. Após a avaliação individual dos vinhos, os participantes compartilharam suas pontuações. Se havia grandes divergências nas contagens ou discordâncias na ordem de classificação da intensidade de um atributo, em seguida, estas eram discutidas até que um consenso fosse alcançado com a ordem de classificação dos vinhos para o atributo.

Os métodos descritivos têm o objetivo de descrever as propriedades sensoriais dos alimentos, proporcionando informações sobre sua aparência, aroma, sabor e textura (STONE e SIDEL, 1998; MEILGAARD *et al.*; 2006).

Não se encontrou publicações em que se utilizaram o método espectro ou teste de aceitação sensorial de batatas fritas, embora os autores MAILGAARD, CIVILLE e CARR (1991) citem referências e escalas para vários atributos sensoriais de batata frita.

2.2. Testes sensoriais afetivos

Dentre os testes afetivos, o de aceitação é utilizado quando o objetivo é avaliar por meio de escalas, se os consumidores gostam ou desgostam de um produto. Torna-se uma importante ferramenta, pois mensura diretamente a opinião do consumidor já estabelecido ou potencial sobre as características específicas do produto. Por isso, também são chamados de testes do consumidor (FERREIRA, 2000; MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 2007).

Os testes afetivos podem ser utilizados para avaliar quais os atributos sensoriais são responsáveis pela aceitação ou rejeição do produto. Nesse caso, além das informações sobre a percepção global do produto, podem ser obtidas informações sobre a aparência geral, cor, aroma, sabor e textura (REIS e MINIM, 2006). Assim, os testes afetivos podem ser empregados para avaliar a aceitação de produtos no início de seu desenvolvimento ou quando ocorre alteração na formulação, modificação nos processos, materiais, embalagens, condições de estocagem ou no tempo de conservação dos alimentos (CHAVES e SPROESSER, 1996).

GRIZOTO e MENEZES (2003) realizaram pré-tratamentos como o cozimento, a fermentação natural e a secagem parcial em raízes de mandioca, visando obtenção de *chips* comestíveis. A avaliação sensorial foi realizada com base na aceitação e aparência dos *chips* das variedades IAC Mantiqueira e IAC 576.70. Trinta consumidores potenciais do produto foram selecionados em função da disponibilidade e interesse em participar dos testes. Foi utilizada escala hedônica de 7 pontos. Os resultados mostraram que os *chips* controle e pré-cozidos foram aceitos sensorialmente, apresentando médias de 5,1 (gostei ligeiramente) para IAC Mantiqueira e 6,0 (gostei moderadamente) para IAC 576.70. Os julgadores consideraram adequada a aparência dos *chips* de ambas as variedades, sendo ligeiramente preferida a aparência dos chips da IAC 576.70.

ROGÉRIO e LEONEL (2004) analisaram os efeitos da espessura das fatias e pré-cozimento na qualidade de *chips* de tuberosas tropicais (mandioquinha-salsa, batata-doce, taro e inhame). A aceitação sensorial dos produtos obtidos nos diferentes tratamentos para *chips* de tuberosas foi testada usando a escala hedônica de nove pontos. Os *chips* de inhame com espessura de 2 mm e pré-cozimento apresentaram maior aceitação pelos julgadores (“gostei regularmente”), sendo que o tratamento com o tempo de cozimento de 1 min antes da fritura indicou os melhores resultados em todos os atributos de qualidade. No tratamento dos *chips* de inhame com espessura de 2 mm sem pré-cozimento houve menor aceitação, o que pode estar relacionado com a menor perda de água na fritura. Já para o

taro não ocorreram diferenças entre os tratamentos com a espessura de 1 mm, e com médias no atributo “gostei regularmente”. O tratamento com 2 mm de espessura e pré-cozimento de 2 min foi o de menor aceitação pelos julgadores.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA. Associação da Batata Brasileira, 2008. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: novembro 2010.

AGÊNCIA MINAS, 2011. Disponível em : <<http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticias/agricultura/33790-consumidor-de-batata-em-minas-tem-acesso-a-variedades-segmentadas-consumidor-de-batata-em-minas-tem-acesso-a-variedades-segmentadas>>. Acesso em: 22 mai 2011.

AGUILERA, J. M. Fritura de alimentos. In: AGUILERA, J. M. (Ed). Temas en tecnología de alimentos. México, DF: Programa Iberoamericano e de Ciência y Tecnología para el desarrollo e Instituto Politécnico Nacional, 1997. p. 187-214.

ALMEIDA, L.A.S.B. de; GASPARINO FILHO, J.; PASCHOALINO, J.E.; BENBERNHARDT, L.W.; CANTO, W.L. do. Batata pré-frita e hortaliças congeladas. Campinas, **ITAL**, 91p. 1983.

ARAÚJO, J.M.A. **Química dos alimentos: teórica e prática**. 5 ed., Ed. UFV, Viçosa, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Análise sensorial de alimentos e bebidas: terminologia - NBR 12806**. São Paulo: ABNT, 1993. 7p.

ATKINS, P.W. **Physical chemistry**. 6^a Ed., Oxford University Press, Oxford, 1998, pp. 760-843.

BACARIN, M.A.; FERREIRA, L.S.; DEUNER, S; BERVALD, C.M.P.; ZANATTA, E.R.; LOPES, N.F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata reconicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 799-804, 2005.

BELLISLE, F. Nutritional effects of umami in the human diet. **Food Rev. Int.** 14, 309–319 p., 1998.

BERVALD, M. C.; BACARIN, M. A.; DEUNER, S.; TREVIZOL, F. C. Variação do teor de carboidratos em genótipos de batata armazenados em diferentes temperaturas. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.2, 2010.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A.. Introdução à química dos alimentos. 2. ed., Livraria Varela, São Paulo, 1995.

BORGSTRON, G. **Principles of food science**. 2nd ed. Wesport: Food Nutrition Press, 1976. v. 1, 397 p.

BORRUEY, A.; COTRINA, F.; MULA, J.; VEJA, C. Calidad industrial y culinaria de las variedades de patata. In: PASCUALENA J.; RITTER, E. Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Vitoria-Gastéis, España. 3-6 Julio, 2000.

BUSHWAY, R.J.; PONNAMPALAM, R. α -chaconine and α -solanine content of potato products and their stability during several modes of cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.29, n.4, p.814-817, 1981.

CHAPMAN, D.M., MATTHEWS, M. A.; GUINARD, JEAN-XAVIER. Sensory attributes of *Cabernet sauvignon* wines made from vines with different crop yields. *Am. J. Enol. Vitic.* 55:4, 2004.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos**. Viçosa, MG; Universidade Federal de Viçosa, 1996, p.51-57, nº325.

CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa. Imprensa Universitária Universidade Federal de Viçosa - MG. 1993. 81 p.

CNIPT – Comité National Interprofessionnel de La Pomme de Terre, 2008. Disponível em: <www.cnipt.com> Acesso em novembro de 2010.

COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R.; CHAGAS, S. J. R. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e de amido, durante armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. *Ciênc. Agrotec., Lavras*, v. 23, n. 4, p. 899-910, out./dez. 1999.

CONTAMINE, A.C.. Marchés de La pomme de terre dans l'Union européenne. *Chahiers Agricultures*, v. 17, n.4,p. 335-342, 2008.

COSTA, M.S.G. **Propriedades químicas e tecnológicas de dois cultivares e de seis clones de batateira (*Solanum tuberosum* L.) originários de progenitores holandeses**. Tese: UFV, Viçosa –MG,1998.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. Zaragoza, Espanha : Acribia, 2010.

DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; VELASCO, J. Interactions between fat and food during deep-frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, v. 102, p. 521-528, 2000.

DRAKE, M.A.; CHEN, X.Q.; TAMARAPU, S.; LEENANON, B. Soy Protein Fortification Affects Sensory, Chemical, and Microbiological Properties of Dairy Yogurts. *Journal of Food Science*. vol. 65, n. 7, 2000, 1245-1247p.

DRAKE, M.A.; CIVILLE, G.V. Flavor Lexicons. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Institute of Food Technologists*. Vol. 2, 2002. 33-40p.

EDWARDS, M. Change in cell structure. In: BECKETT, S.T. Physico-chemical aspects of food processing. London: Chapman & Hall, 1995. p.212-233. Cap. 10.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/corp/statistics>>. Acesso em: julho de 2009.

FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and naturally occurring toxicants: thirty-ninth report of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva: WHO, 1992. (WHO technical report series, 828). 60p.

FERREIRA, V. L. P. Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos. Campinas, SP: SBCTA, 2000. **Manual Série Qualidade**, p.64-71.

FRIEDMAN, M. Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.23, p.8655-8681, 2006.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Efeito da fermentação na qualidade de “chips” de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 24(2): 170-177, 2004.

HOUSE, J.E.. **Principles of chemical kinetics**. 2^a. Ed., Academic Press, Burlington, 2007.

HOUSTON, P.L.. **Chemical kinetics and reaction dynamics**. Dover Pub., New York, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de índices de preço. **Pesquisa de Orçamentos Familiares, 2002-2003**: primeiros resultados. Rio de Janeiro, 2004. 276p.

KLEINKOPF, G.E. Early season storage. **American Potato Journal**, Orono, v.72, n.8, p.449-462, 1995.

KOBLITZ, M.G.B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Ed. Guanabara Koogan, 2011.

KOCAOGLU-VURMA, N. A.; HARPER, W. J.; DRAKE, M. A.; COURTNEY, P. D. Microbiological, Chemical, and Sensory Characteristics of Swiss Cheese Manufactured with Adjunct Lactobacillus Strains Using a Low Cooking Temperature. **J. Dairy Sci.** 91:2947–2959, 2008.

KRAUSE, A. J.; MIRACLE, R. E.; SANDERS, T. H. L.; DEAN, L.; DRAKE, M. A. The effect of refrigerated and frozen storage on butter flavor and texture. **J. Dairy Sci.** 91:455–465. 2007.

LA POMME DE TERRE. Conseils Pratiques. Manise: Genève, 2004. 256p.

LIDLER, K.J. **Chemical kinetics**, 3^a Ed., Benjamin Cummings, New York, 1997, pp.30–65.

LIANG, C.H.; HWANG, C.S.. Effect of synthesis temperature on the characteristics of hydrous manganese oxide deposited using the hydrothermal electrochemical method. **Jpn. J. App. Phys.**, 2008, 47, 1662-1666.

LISINSKA, G.; TAJNER-CZOPEK, A.; KALUM, L. The effects of enzymes on fat content and texture of French fries. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1055–1060, 2007.

LIU, Q.; WEBER, E.; CURRIE, V.; YADA, R. Physicochemical properties of starches during potato growth. **Carbohydrate Polymers**, v. 51, p. 213-221, 2003.

MACHADO, R.M.D.; TOLEDO, M.C.F. Determinação de glicoalcalóides em batatas in natura (*Solanum Tuberosum* L.) comercializadas na cidade de Campinas, Estado de São Paulo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p.47-52, 2004.

MAEDA, M.; DIP, T. M. Curvas de porcentagem máxima de água versus peso específico em vegetais in natura - otimização de processos industriais pela seleção via teste da matéria-prima. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 20, n. 3, 2003.

MALLMANN, N. **Efeito da adubação na produtividade, qualidade e sanidade de batata cultivada no centro-oeste paranaense**. Curitiba, 2001. 129 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná.

MCQUARRIE, D.A.; SIMON, J.D.; Physical chemistry: a molecular approach. University McQuarrie D.A.; SIMON, J.D.. Physical Science Books. Sansalito, 1997, pp.1047-1122.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V. and CARR, B.T. Spectrum: terminology for descriptive analysis. In: **Sensory Evaluation Techniques**, Second Edition, pp. 162-172, CRC Press, Boca Raton, Florida. 1991.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. New York, CRC Press, 2006.

MEILGAARD, M.M.; CIVILLE G.V.; CARR, T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3rd Ed. 1999. New York, NY: CRC Press. 387 p.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudo com Consumidores**. Viçosa, M.G. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 225p, 2006.

MINIM, V.P.R.; DANTAS, M.I.S. Avaliação sensorial de produtos minimamente processados. In: III Encontro Nacional sobre processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Palestras. Universidade federal de Viçosa. Viçosa 2004.

MONTEIRO, C.A; MONDINI, L.; SOUZA, A.L.M.; POPKIN, B.M. Da desnutrição para a obesidade: a transição nutricional do Brasil. In: MONTEIRO, CA. Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução no país e de suas doenças. São Paulo: Hucitec, 1995.

MORRIS, S.C.; LEE, T.H. The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*): a review. **Food Technol. Aust**, v. 36, n. 3, p. 118-124, 1984.

MORRIS, W. L.; ROSS, H. R. A.; DUCREUX, L. J. M.; BRADSHAW, J. E.; BRYAN, G. J.; TAYLOR, M. A. Umami compounds are a determinant of the flavour of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 55, p. 9627–9633, 2007.

MULTIPLANTA – Tecnologia Vegetal. Disponível em: <<http://www.multipianta.com.br>>. Acesso em: dezembro 2010.

MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, C.V. Universal, product and attribute specific scaling and the development of common lexicons in descriptive analysis. **Journal of Sensory Studies**. 1997. Volume 13. 57-75p.

MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V. The Spectrum descriptive analysis method. In: HOOTMAN, R.C. (Ed.) **Manual on Descriptive Analysis Testing for Sensory Evaluation**. ASTM Manual Series: MNL 13, 1992. Cap. 3, p. 22-34.

NARDIN, I. Perfil de Consumo de Batatas em Diferentes Faixas Etárias e de Renda Familiar. **Revista Batata Show**, v. 25, p.32-33, 2009.

PÁDUA, J.G.; DUARTE, S.S.D.; ZAMBOLIM, L.; CARMO, E.L.; MESQUITA, H.A.; DIAS, J.P.T.. Cultivares de batata. In: ZAMBOLIM, L.. **Produção integrada de batata**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. cap. 6, p. 251-271.

PASCHOALINO, J. E.; FERREIRA, V. L. P.; POMPEU, R. M. Aptidão das variedades de batatinha Bintje e radosa para processamento de frita à francesa e congeladas e purê congelado. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, p. 431-444, 1975.

PAVILISTA, A.D.; OJALA, J.C.. Potatoes: Chip end French Fry Processing. **Processing Vegetables: Science and Technology**. 1997, p.237-283.

PEREIRA, A da S. Melhoramento genético. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. (Eds.) O cultivo da batata na região sul do Brasil. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003. Parte 2, p.105-124.

PEREIRA, A. S.; CAMPOS, A. Teor de açúcares em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 13-16, 1999.

POPP, P. R. Batata para processamento - aptidão da matéria prima para processamento. Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/minas2005/02%20-%20Aptid%20da%20mat%20E9ria%20prima%20para%20a%20ind%20FAstria%2001.pdf>> Acesso em: maio 2010.

POPP, P. R. Industrialização de batata no Brasil. Londrina, 1996. In: MELO, P. E.; BRUNE, S. **Memória do I workshop brasileiro de pesquisa em melhoramento de batata**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 111 p.

REEVE, R.M.; FEINBERG, B.; BOYLE, F.P.; NOTTER, G.K. Deterioration of frozen fried potatoes upon holding after thawing composition, histology and objective measurements of texture. **Food Technology**, v. 22, p. 94-97, 1968.

REIS, C. R.; MINIM, V. P. R. Testes de aceitação. In: MINIM, V. P. R. (Ed.). **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006. Cap. 3, p. 67-83.

REVISTA CAMPO E NEGÓCIOS, 2010. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/anteriores/2010-10/index.php?referencia=capacnhf>>. Acesso em 22 jan. 2011.

RODRIGUES ROBLES, W. G. **Dióxido de carbono via fertirrigação em batateira (*Solanum tuberosum* L.) sob condições de campo**. Piracicaba, 2003. 160 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Irrigação e Drenagem), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, A. S. Correlação inter e intragerações e herdabilidade de cor de chips, matéria seca e produção em batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 5, p. 599-604, maio 2003.

ROGÉRIO, W.F.; LEONEL, M. Efeitos da espessura das fatias e pré-cozimento na qualidade de salgadinhos fritos (*chips*) de tuberosas tropicais. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 131-137, 2004.

SABATIE, J.; CHOPLIN, L.; PAUL, F.; MONSAN, P.. The effect of synthesis temperature on the rheological properties of native dextran. **J. Biotech. Letters**, 2005, 8, 425-430.

SALAMONI, A. T.; PEREIRA, A. S.; VIÉGAS, J.; CAMPOS, A. D.; CHALÁ, C. S. A. Variância genética de açúcares redutores e matéria seca e suas correlações com características agrônômicas em batatas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1441-1445, jul. 2000.

SALLES, L.A. Mercado mundial. **Grupo Cultivar**. 2001. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/artigo.asp?id=386>>. Acesso em: 4 nov. 2009.

SLANINA, P. Solanine (glycoalkaloids) in potatoes: toxicological evaluation. **Food Chemistry Toxicology**, v.28, n.11, p.759-761, 1990.

STONE, H. e SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. London: Academic Press, 1993. 311p.

STONE, H; SIDEL, J. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. **Food Technology**, v. 52, n. 8, p. 48-52, 1998.

STONE,H.; SIDEL,J.. **Sensory evaluation practices**. 3a edição. Redwood City, California, USA, 2004. p.201.

TALBURT, W.F.; SCHWIMMER, S.; BURR, H.K. Structure and chemical composition of the potato tuber. In: TALBURT, W.F.; SMITH, O. **Potato processing**. 3 ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc, 1975. Capítulo 2, p.11-42.

TAYLOR, M.A., MCDOUGALL, G.J., STEWART, D. Potato flavour and texture. In: Vreugdenhil, D. (Ed.), *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives*. Elsevier, Amsterdam, p. 525–540, 2007.

TRINDADE, J. L. F. **Caracterização de algumas variedades de batata do Município de Contenda-PR e indicações quanto ao uso doméstico e fins tecnológicos**. Curitiba, 1994. 91 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

WANDEL, M.; FAGERLI, R.; KJERNES, U. Changes in potato consumption in different stages of life in Norway. **Appetite**, v.36, p.211-223, 2001.

WILSON, A. M.; WORK, T. M.; BUSHWAY, A. A. *et al.* HPLC determination of fructose, glucose, and sucrose in potatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n.1, p.300–301, 1981.

ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, J. L.; TREPTOW, R. O. Qualidade sensorial de “chips” de diferentes genótipos de batatas (*Solanum tuberosum* L.), cultivos de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 57-63, 2003a.

ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, J. L.; TREPTOW, R. O.; ALMEIDA, T. L. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma *chips*. **Brazilian Journal Food Technology**., Campinas, v. 6, p. 15-24, 2003b.

CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE TUBÉRCULOS DE BATATAS DAS CULTIVARES FRANCESAS: CHIPIE, COLORADO, OPALINE E SOLÉIA

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum*) é uma cultura agrícola de grande importância mundial. No Brasil, a importação de batata-semente é dependente de cultivares oriundas da Holanda, o que determina um custo mais elevado de produção. Com isso, a bataticultura nacional tem encontrado dificuldades em se organizar e oferecer um elenco de cultivares de batatas conforme uso culinário específico e com qualidade fitossanitária adequada (ABBA, 2008).

Um acordo entre o Brasil e a França tem favorecido o Programa de Cooperação Técnica Brasil-França com o Estado de Minas Gerais, que busca introduzir novas cultivares de batata e avaliar o acompanhamento fitossanitário e modernização na organização do setor.

Os tubérculos de batatas de cultivares francesas são destinados à preparação culinária específica. O que não é disseminado, ainda, aqui no Brasil. Os tubérculos são adquiridos, preferencialmente, pela sua aparência. Para que haja a introdução das cultivares francesas no mercado é necessário capacitar o bataticultor e instruir o consumidor para que no momento da compra possa escolher entre as diferentes cultivares aquelas para uso culinário específico.

Para aumentar a competitividade com as batatas já existentes no mercado nacional, torna-se essencial caracterizar as novas cultivares e identificar as regiões ou sistemas de produção mais aptos a produzir tubérculos com algumas características de qualidade.

Diante disso, ressalta-se a importância da caracterização físico-química de tubérculos de batatas das cultivares francesas para verificar a adaptação ao solo, clima, tipos de regiões, dentre outros, pois essas irão influenciar na composição química, como teor de água, matéria seca, açúcares redutores e compostos fenólicos, que contribuem para a qualidade sensorial das preparações. Determinadas essas características, é possível obter batatas fritas com menor absorção de óleo e mais crocantes e, batatas assadas e cozidas em água mais firmes e com menor esfacelamento após o corte (MELO, 1999; ZORZELLA, VENDRUSCOLO e TREPTOW, 2003a).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas dos tubérculos e sensorial de batatas fritas sob o efeito do tempo de colheita (85 e 100 dias após o plantio) e do tempo de armazenamento refrigerado a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (0, 22 e 44 dias).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

As batatas foram obtidas de ensaio conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Lambari, na região Sul de Minas, sob a coordenação de pesquisadores do Núcleo Tecnológico Batata e Morango, localizado em Pouso Alegre – MG. O ensaio foi conduzido na safra de inverno de 2010, numa área com relevo de baixada. Foram avaliadas quatro cultivares de origem francesa: Chipie, Colorado, Soléia e Opaline, em comparação com a cultivar Atlantic (de origem americana), e dois períodos de colheita: aos 85 e 100 dias após o plantio (Figuras 1a e 1b). O experimento de campo foi realizado com três repetições. Após a colheita as batatas foram encaminhadas para o Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (DTA-UFV). Os ensaios referentes ao plantio foram conduzidos no inverno, entre os meses de maio a setembro de 2010. O experimento de avaliação das características físico-químicas dos tubérculos foi realizado nos laboratórios e unidades piloto de produtos vegetais do DTA-UFV.

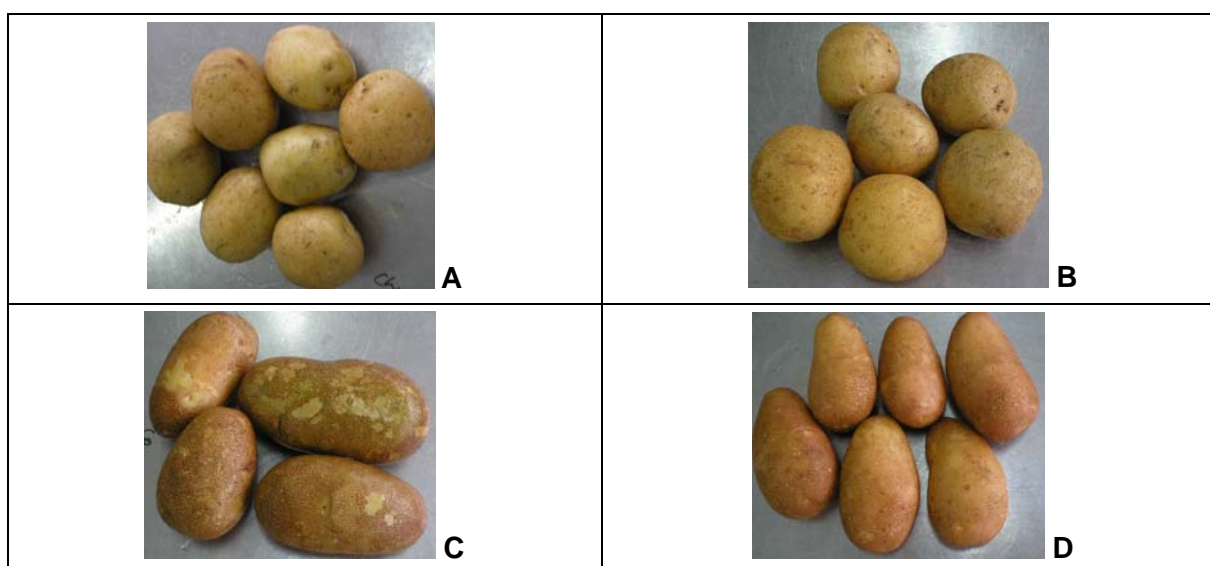


Figura 1a. Amostras de diferentes cultivares de batata utilizadas no experimento com os tempos de colheita de 85 e 100 dias após o plantio: **A** cultivar francesa Chipie com tempo de colheita de 85 dias; **B** cultivar francesa Chipie com tempo de colheita de 100 dias; **C** cultivar francesa Colorado com tempo de colheita de 85 dias; **D** cultivar francesa Colorado com tempo de colheita de 100 dias.



Figura 1b. Amostras de diferentes cultivares de batatas utilizadas no experimento com os tempos de colheita de 85 e 100 dias após o plantio: **E** cultivar francesa Opaline com tempo de colheita de 85 dias; **F** cultivar francesa Opaline com tempo de colheita de 100 dias; **G** cultivar francesa Soléia com tempo de colheita de 85 dias; **H** cultivar francesa Soléia com tempo de colheita de 100 dias; **I** cultivar americana Atlantic com tempo de colheita de 85 dias; **J** cultivar americana Atlantic com tempo de colheita de 100 dias.

2.2. Armazenamento dos tubérculos

Os tubérculos das três repetições de campo de cada cultivar recebidos na unidade piloto de processamento vegetal do DTA foram agrupados e selecionados em relação à uniformidade aparente de cor e tamanho.

Os tubérculos foram acondicionados em embalagens rendilhadas, previamente identificadas, contendo cada uma 12 tubérculos. Em seguida, as embalagens foram armazenadas em câmara fria com temperatura média de 5 ± 4 °C nas dependências da unidade piloto de produtos vegetais do DTA. A unidade experimental foi constituída de doze tubérculos. A falta de controle da câmara de refrigeração (entrada e saída de trabalhadores, outros produtos armazenados) gerou a alta variação na temperatura.

2.3. Preparo das amostras de batatas fritas para análises

Os tubérculos foram lavados em água corrente com auxílio de uma escova, para retirar restos de terra da superfície. Em seguida, foram imersas em uma solução de hipoclorito de sódio a 150 mL.L^{-1} . Os tubérculos foram descascados utilizando-se de um descascador manual de legumes e novamente lavados em água corrente e sanitizados em uma solução de hipoclorito de sódio a 10 mL.L^{-1} . O fatiamento das batatas, das cinco cultivares foi realizado com o auxílio de um cortador manual para corte tipo palito e mecânico usando o cortador para o tipo *chips*.

As etapas do processamento das batatas fritas podem ser visualizadas na Figura 2.

Dado o formato arredondado, as cultivares Atlantic e Chipie foram utilizadas para batatas na forma *chips*. O fatiamento foi realizado com auxílio do equipamento multiprocessador de alimentos, marca Britânia, modelo Super Multipro. As fatias apresentaram espessura média de 1,6 mm.

As cultivares Atlantic, Colorado, Opaline e Soléia foram usadas para batata na forma palito, por meio de um cortador manual de legumes da linha profissional. Os cortes foram realizados no sentido longitudinal do tubérculo, e a dimensão média do corte transversal do palito foi de 1x1 cm.

Posteriormente, as fatias foram congeladas em nitrogênio líquido a $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ acondicionadas em embalagens de polietileno de alta densidade e rotuladas de acordo com a análise a ser realizada (sensorial ou físico-química) e armazenadas em *freezer* a temperatura de $-18 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ até o dia de serem submetidas as análises.

Para a determinação da absorção de óleo, rendimento de peso e análise sensorial, as batatas submetidas ao corte de fatiamento foram descongeladas por imersão em água filtrada a temperatura ambiente. Após o descongelamento o excesso de água foi drenado para posterior cocção por fritura em óleo de soja, à temperatura de $185 \text{ }^\circ\text{C}$, em fritador elétrico, marca Croydon®. Para batatas com corte palito, o tempo de fritura foi de 4 minutos, enquanto que aquelas com corte tipo *chips* foi de 3 minutos. A proporção de óleo em relação à quantidade de batata (kg) foi de 25:1 (v:m). Após o período de cocção, o excesso de óleo foi drenado utilizando o cesto de fritura e as batatas foram transferidas para uma superfície telada revestida com papel absorvente. Cada unidade experimental foi constituída de 400 g de batatas processadas.

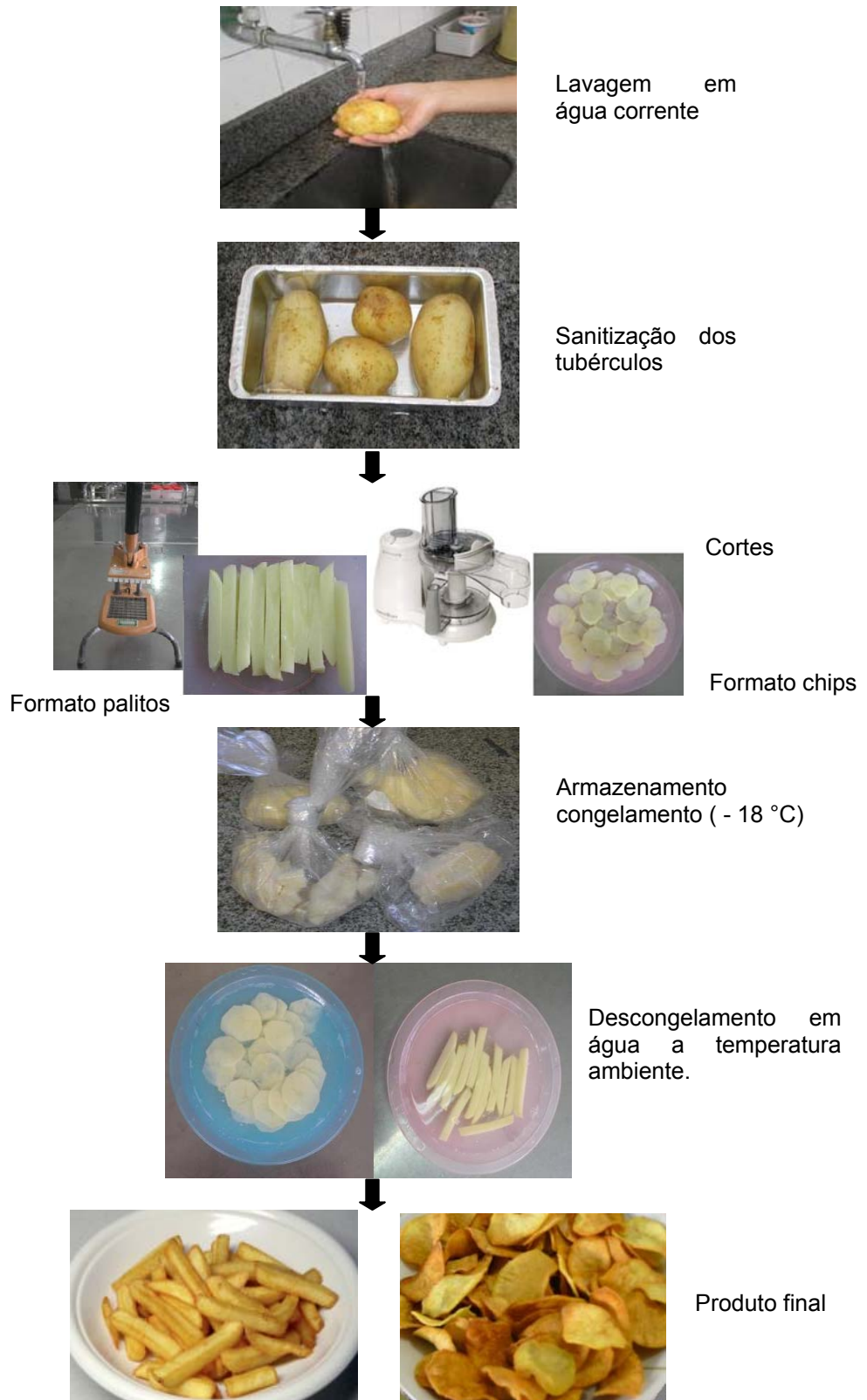


Figura 2. Fluxograma para o processamento de batata frita.

2.4. Delineamentos experimentais e análises estatísticas

Os ensaios para avaliação dos diâmetros longitudinal e transversal e do índice de formato dos tubérculos de batata e das determinações densidade, absorção de óleo e rendimento de fritura foram realizados considerando uma disposição em arranjo fatorial com cinco cultivares e os dois tempos de colheita, em delineamento inteiramente ao acaso, com duas repetições, perfazendo um total de 20 unidades experimentais.

Os ensaios para determinação de açúcares redutores e matéria seca foram realizados considerando uma disposição em parcela subdividida, com cinco cultivares (quatro cultivares francesas e uma americana) e dois períodos de colheita (85 e 100 dias após o plantio), em arranjo fatorial, no delineamento inteiramente casualizado, na parcela, com duas repetições e três tempos de armazenamento (0, 22 e 44 dias) sob refrigeração a $5\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ as sub-parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett entre cada cultivar e a Atlantic. O efeito do tempo de armazenamento foi analisado por meio de regressão. Foram utilizados procedimentos do ambiente SAS (*Statistical Analysis System*), licenciado para a UFV.

2.5. Análises físico-químicas dos tubérculos de batatas

2.5.1. Índice de formato

A determinação do índice de formato foi realizada de acordo com o proposto por BRUNE (1979). Da amostra composta de 10 tubérculos foram medidos os diâmetros longitudinais e transversais com o auxílio de um paquímetro. O resultado de cada unidade experimental foi a média dos 10 tubérculos.

O índice de formato foi obtido pela equação 1:

$$\text{Equação 1: } I = \frac{d_{\text{longitudinal}}}{d_{\text{transversal}}} \times 100$$

em que,

$d_{\text{longitudinal}}$ = diâmetro longitudinal (mm);

$d_{\text{transversal}}$ = diâmetro transversal (mm);

A classificação foi realizada de acordo com os valores (BRUNE, 1979), a saber:

- I < 125 = tubérculos redondos;
- 125 < I < 150 = tubérculos ovais;
- I > 150 = tubérculos alongados;

2.5.2. Densidade

A determinação da densidade foi realizada utilizando-se uma balança de precisão marca Marte modelo AS5000C. Cada amostra de 1 kg foi pesada ao ar, em seguida, submetida à pesagem em água, excluindo-se o peso do recipiente e da água para a medida do empuxo. O peso em água de uma amostra do material que contenha água em sua composição é diretamente proporcional ao conteúdo de sólidos dessa amostra. A água presente no material, portanto, não afeta o resultado da medida do peso (COELHO, 1998).

Cálculo da densidade foi obtido pela equação 2:

$$\text{Equação 2: } \rho = \frac{P_{tar}}{P_{tar} - P_{\text{água}}}$$

em que,

P_{tar} = Peso dos tubérculos ao ar

$P_{\text{água}}$ = Peso dos tubérculos em água

2.5.3. Teor de açúcares redutores

Fundamento do método: Os glicídeos redutores aquecidos em meio alcalino, transformam-se em enodíois que reduzem o íon cúprico presente a cuproso. O óxido cuproso, assim formado, reduz a reação arsênio-molibídico a óxido de molibdênio de coloração azul cuja intensidade de cor é proporcional à quantidade de açúcares redutores existentes na amostra (NELSON, 1944).

Extração das amostras: No preparo das amostras foram pesadas 5 g de batata congelada triturada com o auxílio de um gral e pistilo de porcelana, transferindo para um tubo de centrífuga de 15 mL e foram adicionados 9 mL de etanol 80 %. O açúcar redutor foi extraído a 80 °C por 20 minutos em banho-maria marca Solab modelo SL ISSO/22 seguido de centrifugação na centrífuga Excelsa II modelo 206 BL-FANEM a 2318 G por 20 min. O sobrenadante foi transferido para um balão de 50 mL e o precipitado foi ressuspenso em etanol 80 %. Esta extração foi repetida por 4 vezes e o volume do balão completado com

etanol 80 %. A solução foi transferida para tubos de centrífuga de 50 mL, em seguida, acopladas em suporte e evaporada em banho-maria até atingir aproximadamente 5 mL. Em seguida, a solução foi transferida para o balão volumétrico de 25 mL e completado com água destilada. As amostras foram transferidas para tubos e armazenadas sobre refrigeração até o momento das análises. Antes das análises, as amostras que apresentavam sedimentos foram centrifugadas.

Reagentes:

- Hidróxido de bário 0,3 N;
- Sulfato de zinco ($ZnSO_4$) 5 %;
- Reativo A: dissolveu-se em 800 mL de água destilada 25 g de carbonato de sódio anidro (Na_2CO_3), 25 g de tartarato duplo de sódio e potássio ($KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$), 20 g de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) e 200 g de sulfato de sódio (Na_2SO_4) e completou o volume para 1 L. A solução foi armazenada em frasco escuro e em repouso, no caso de formação de sedimentos, filtra a solução antes do uso.
- Reativo B: dissolveu-se 25 g de sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot H_2O$) em 100 mL de água destilada e acrescentou-se duas gotas de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).
- Reativo arsenomolibdico: dissolveu-se 25 g de molibdato de amônio em 450 mL de água destilada. Cuidadosamente, adicionou-se 21 mL de ácido sulfúrico concentrado e homogeneizou-se. Separadamente, dissolveu-se 3 g de arseniato dissódico ($Na_2HASO_4 \cdot 7H_2O$) em 25 mL de água destilada. Adicionou-se essa solução à primeira, homogeneizou-se, e colocou-se em banho-maria a 56 °C por 25 minutos. Armazenou-se a solução em frasco escuro e em repouso antes do uso.
- Reativo cúprico: foi preparado no momento do uso. Em um frasco adicionou-se 25 mL do reativo A e 1 mL do reativo B e homogeneizou-se.

Curva padrão de glicose:

Foram preparadas soluções padrão de glicose nas concentrações de 0,01 % e 0,1 %. Com 10 tubos de ensaio numerou-se de 0 a 9. Ao tubo de ensaio 0 acrescentou 2 mL de água destilada. Adicionou-se solução de glicose 0,01 % nos tubos 1 a 5 nas quantidades de 0,2; 0,6; 1; 1,4 e 1,8 mL com o auxílio da pipeta automática. Nos tubos 6 a 9, foi adicionado solução de glicose a 0,1 % nas quantidades 0,2; 0,4; 0,6 e 1 mL. E, os volumes foram completados a 2 mL com água destilada.

Acrescentou-se em cada tubo 1 mL do reativo A e agitou-se. Os tubos foram transferidos para o banho-maria com água fervente por 10 min, em seguida, foram transferidos para um béquer e resfriados em água corrente. Em seguida, adicionou-se 1 mL

do reagente B e agitou-se. Posteriormente, completou-se o volume dos tubos para 10 mL com o auxílio da pipeta automática, adicionando-se 7 mL de água destilada.

Preparo das amostras:

Acrescentou-se em cada tubo 1 mL de extrato e 1 mL do reativo A e agitou-se. Os tubos foram transferidos para o banho-maria com água fervente por 10 min, após, esfriou-se em água corrente. Em seguida, adicionou-se 1 mL do reagente B e agitou-se. Posteriormente, completou-se o volume para 10 mL, adicionando 7 mL de água destilada.

As absorvâncias foram avaliadas em espectrofotômetro UV/VIS marca HITACHI U-2001, efetuando-se leituras em comprimento de onda de 510 nm.

O teor de açúcares redutores foi expresso em mg/100 g.

2.5.4. Teor de matéria seca

A matéria seca foi determinada gravimetricamente em duas etapas. A pré-secagem se procedeu em estufa de esterilização e secagem, modelo 402/5N, marca Novaetica, temperatura controlada a 65 °C, por 48 horas. Posteriormente, a secagem definitiva em estufa com temperatura controlada a 105 °C até a obtenção do peso constante em balança digital modelo M2K da marca Marte (SILVA, 1990).

2.6. Análises físico-químicas das batatas fritas

2.6.1. Rendimento de fritura

As determinações de rendimento para *chips* e palitos foram feitas adaptando o método citado por Paschoalino *et al.* (1975). Para *chips*, foram utilizadas fatias finas (2-3 mm) cortadas na seção transversal de dois tubérculos, lavadas em água fria, secadas em papel toalha e pesadas. Procedeu-se a fritura em óleo de soja a 180 °C por 3 min. Após a fritura, as batatas foram novamente pesadas. Para palitos, foram utilizados 5 tubérculos, e cortados em tiras de seção quadrada, no sentido do comprimento 1x1 cm, utilizando um cortador manual. As batatas em palitos foram secas em papel toalha, pesadas e fritas em fritador elétrico, em óleo de soja a 180 °C. Após a fritura, os palitos foram novamente pesados. O cálculo do rendimento foi feito de acordo com a equação 3:

$$\text{Equação 3: } R = \frac{P_{bf}}{P_{mp}} \times 100$$

em que,

P_{bf} = Peso das batatas fritas

P_{mp} = Peso da matéria-prima pronta para processo (palito ou *chips*)

2.6.2. Absorção de óleo

O conteúdo de óleo foi determinado de acordo com o método de determinação do extrato etéreo 920.39.C da AOAC (1995), modificado pelo Instituto Adolfo Lutz, método 032/IV (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Pesou-se 5 g da amostra em papel de filtro e amarrou com fio de lã previamente desengordurado. O papel de filtro amarrado foi transferido para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Acoplou o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado a 105 °C. Posteriormente, adicionou-se éter etílico P.A. em quantidade suficiente (aproximadamente 200 mL solvente) para o equipamento Soxhlet. Os balões volumétricos foram adaptados a um refrigerador de bolas. Manteve-se, sob aquecimento em chapa elétrica, à extração contínua por 8 horas. Em seguida, retirou-se o papel de filtro amarrado, evaporou o éter e transferiu-se o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105 °C, mantendo por cerca de uma hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente a 25°C. Finalmente, pesou-se e repetiu-se as operações de aquecimento por 30 min na estufa e resfriamento até peso constante (no máximo 2 horas).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Diâmetros e índice de formato dos tubérculos de batata

A análise de variância dos diâmetros e do índice de formato (Quadro 1) não detectou efeito significativo ($p > 0,08$) da interação cultivar*tempo de colheita. Foram considerados efeitos significativos ($p < 0,08$) para os dois diâmetros e índice de formato. Conclui-se que o tempo de colheita não influenciou nas dimensões dos dois diâmetros.

Quadro 1. Resumo da análise de variância dos diâmetros longitudinal e transversal e do índice de formato dos tubérculos frescos de batata das cinco cultivares na safra de inverno de 2010.

Características	F.V.	G.L	Q.M	P(F)
Diâmetro longitudinal	Cultivar	4	776,37	0,0029*
	TC	1	38,02	0,5328ns
	Cultivar*TC	4	166,86	0,1994ns
	Resíduo	10	91,10	
Diâmetro Transversal	Cultivar	4	86,83	0,0589*
	TC	1	49,06	0,2044ns
	Cultivar*TC	4	30,33	0,3924ns
	Resíduo	10	26,62	
Índice de Formato	Cultivar	4	2 569,99	0,0016*
	TC	1	1 035,07	0,0716*
	Cultivar*TC	4	276,01	0,4155ns
	Resíduo(b)	10	254,96	

TC = tempo de colheita; *Efeito significativo ao nível de 8 % de probabilidade ($p < 0,08$); ns - não significativo.

Entretanto, há efeito significativo ($p < 0,08$) do tempo de colheita para o índice de formato, com valores de $151,34 \pm 26,10$ aos 85 dias e de $136,95 \pm 29,44$ aos 100 dias após colheita. Recomendam-se cuidados especiais no manejo da cultura, tais como solo adequadamente preparado, sem compactação, evitando as condições de estresses hídricos, visando permitir um bom desenvolvimento dos tubérculos (MELO, 1999).

Os valores médios e os desvios-padrão dos diâmetros longitudinal e transversal dos tubérculos frescos de batata das cultivares Atlantic, Chipie, Colorado, Opaline e Soléia podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão dos diâmetros longitudinal e transversal e do índice de formato dos tubérculos frescos de batata das cinco cultivares na safra de inverno de 2010.

Cultivar	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	Índice de formato (I)¹
Atlantic (referência)	59,61 ± 8,52	53,73 ± 8,61	111,71 ± 3,19
Chipie	63,72 ± 12,34	51,98 ± 3,55	123,21 ± 20,87
Colorado	91,97 ± 9,21*	53,53 ± 2,37	171,20 ± 12,21*
Opaline	67,57 ± 12,69	42,96 ± 5,52*	158,39 ± 24,29*
Soléia	84,06 ± 8,23*	53,75 ± 4,76	156,19 ± 19,45*
Média	73,39	51,19	144,14
C.V.	13,00	10,08	11,07

¹ Índice de formato: I < 125 = tubérculos redondos; 125 < I < 150 = tubérculos ovais; I > 150 = tubérculos alongados (BRUNE, 1979);

*médias diferiram da referência ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Dunnett;

C.V = Coeficiente de variação.

Na Tabela 1 verifica-se que o diâmetro longitudinal dos tubérculos das cultivares Colorado e Soléia tiveram valores significativamente maiores ($p < 0,05$) do que o da cultivar referência, Atlantic. Já para diâmetro transversal, o tubérculo da cultivar Opaline apresentou-se significativamente menor ($p < 0,05$) do que o da cultivar Atlantic. Por fim, foi verificado para o índice de formato dos tubérculos, as cultivares Colorado, Opaline e Soléia apresentaram valores médios significativamente maiores ($p < 0,05$) do que os da cultivar referência. No entanto, os tubérculos das cultivares Colorado, Opaline e Soléia apresentaram formato alongado; Chipie e Atlantic apresentaram formatos arredondados (Figuras 1a e 1b).

O valor do coeficiente de variação dos três índices foi alto para todas as cultivares, pois dentro da mesma haviam tamanhos diferenciados dos tubérculos. Segundo DE JONG e BURNS (1993), as condições ambientais influem pouco sobre o formato do tubérculo, que é uma característica fortemente ligada ao genótipo.

A cultivar Colorado é mais recomendada no processamento de pré-fritas congeladas, uma vez que apresenta tubérculos alongados, graúdos e uniformes. Segundo MELO (1999) esta cultivar proporciona palitos mais longos, de melhor classificação (quanto mais alongado melhor o preço de mercado), e com maior rendimento industrial. Já a cultivar Chipie, por apresentar tubérculos redondos é mais indicada para o processamento de batata *chips* (LOVE, 2000).

Estudo realizado mostra que o consumidor prefere tubérculos alongados ao comprar a batata *in natura*, enquanto que na indústria a exigência do formato depende do tipo de

processamento, que irá influenciar o rendimento industrial, a qualidade e aparência do produto final (MELO, 1999).

3.2. Densidade dos tubérculos de batata

A análise de variância da densidade (Quadro 2) dos tubérculos de batata detectou efeito significativo ($p < 0,05$) da interação cultivar*tempo de colheita. A comparação das médias de peso específico entre cultivares, em cada tempo de colheita, encontra-se na Tabela 2.

Quadro 2. Resumo da análise de variância da densidade dos tubérculos frescos de batata das cinco cultivares nos tempos de colheita 85 e 100 dias após plantio (dap) na safra de inverno de 2010.

F.V	G.L	Q.M	P(F)
Cultivar	4	0,0112	0,0009*
TC	1	0,00002	0,0400*
Cultivar*TC	4	0,0030	0,0156*
Resíduo	10	0,0003	

TC = tempo de colheita; *Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

A densidade dos tubérculos de batata das cultivares Colorado e Soléia apresentaram valores menores ($p < 0,05$) do que o da cultivar referência, Atlantic, aos 85 dap. Já aos 100 dias, os tubérculos de todas as cultivares não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$) na determinação da densidade, Tabela 2.

A densidade média dos tubérculos com 85 dap variou de 1,0639 (cv. Colorado) a 1,0794 (cv. Atlantic), enquanto que aos 100 dap esta variação foi de 1,0595 (cv. Opaline) a 1,0758 (cv. Soléia). Esta discreta diminuição da densidade dos tubérculos das cultivares Colorado e Atlantic aos 85 dap, e das cultivares Opaline e Soléia aos 100 dap pode estar relacionada a fatores que influenciaram a produção de nutrientes disponíveis no tubérculo como: tipo e quantidade de adubação que a cultura sofreu no campo; quantidade de água disponível no solo, dentre outros (MELO, 1999).

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão da densidade dos tubérculos frescos de batata das cinco cultivares, em cada tempo de colheita 85 e 100 dias após o plantio (dap) na safra de inverno de 2010.

Cultivares	Densidade	Cultivares	Densidade
	Tempo de colheita 85 dap		Tempo de colheita 100 dap
Atlantic (referência)	1,0794 ± 0,0009	Atlantic (referência)	1,0699 ± 0,0007
Chipie	1,0719 ± 0,0005	Soléia	1,0758 ± 0,0005
Soléia	1,0716 ± 0,0012*	Chipie	1,0710 ± 0,0044
Opaline	1,0658 ± 0,0002	Colorado	1,0651 ± 0,0005
Colorado	1,0639 ± 0,0012*	Opaline	1,0595 ± 0,0027
Média	1,0705	Média	1,0683
C.V	0,5404	C.V	0,5681

* Médias diferiram da referência ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste t de Bonferroni.

C.V = Coeficiente de variação

Ao observar as médias apresentadas na Tabela 2, verificou-se que os tubérculos de batata das cultivares Chipie e Soléia apresentaram valores ligeiramente superiores a 1,07, enquanto que as cultivares Colorado e Opaline apresentaram valores discretamente menores do que 1,07. De acordo com STARK e LOVE (2003) no processamento industrial de batata *chips*, para se obter um bom rendimento e um bom aspecto do produto final, é necessário que os tubérculos tenham peso específico acima de 1,07. Assim, pode-se inferir que a cv. Chipie pode ser utilizada com sucesso para produção de batata *chips*. A importância de o peso específico ser acima de 1,07 está relacionada diretamente a qualidade final do produto quanto a crocância e aparência.

Assim as cvs. Chipie, Colorado e Soléia podem ser utilizadas para o preparo de batata frita, enquanto a cv. Opaline, dado seu menor valor de índice de peso específico, está apta para o preparo na forma cozida em água (CARMO, 2009; POPP, 2005; STARK e LOVE, 2003).

3.3. Açúcares redutores em tubérculos de batata

A análise de variância do teor de açúcares redutores em tubérculos de batata das cinco cultivares apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) das interações de acordo com os dados apresentados no Quadro 3. Realizou-se uma análise de regressão do teor de

açúcares redutores em função do tempo de armazenamento, para os dois tempos de colheita, para cada cultivar. A partir de valores de coeficientes de determinação (R^2) pode-se verificar que a adequabilidade dos modelos foi acima de 80 % com coeficientes de regressão significativos ($p < 0,05$).

Quadro 3. Resumo da análise de variância do teor de açúcares redutores nos tubérculos de batata das cinco cultivares, nos tempos de colheita 85 e 100 dias após plantio (dpa) e durante o armazenamento refrigerado, na safra de inverno de 2010.

FV	GL	QM	P(F)
Cultivar	4	0,2408	0,0039*
TC	1	0,0321	0,1896
Cultivar*TC	4	0,1317	0,0150*
Resíduo(a)	10	0,0139	
TA	2	3,9896	<0,0001*
Cultivar*TA	8	0,1518	<0,0001*
Resíduo(b)	20	0,0018	

TA= tempo de armazenamento; TC = tempo de colheita; * Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados do teor de açúcares redutores (Tabela 3 e Figura 3), os tubérculos das cultivares francesas apresentaram valores semelhantes e menores que a referência (cv. Atlantic) durante o armazenamento e, os desvios padrão não interferiram no resultado, mas, se utilizado, mostra corretamente intervalo do nível de confiança para o tamanho mínimo ou máximo da amostra especificada.

Tabela 3. Valores médios e desvios padrão do teor de açúcares redutores em tubérculos de batatas durante o armazenamento refrigerado.

Tempo de armazenamento (dias)	Cultivares de batatas				
	Atlantic	Chipie	Colorado	Opaline	Soleia
0	0,017 ± 0,005	0,0172 ± 0,0066	0,0375 ± 0,0098	0,0558 ± 0,0201	0,2463 ± 0,0261
22	0,6463 ± 0,086	0,3454 ± 0,2590	0,1279 ± 0,0239	0,3696 ± 0,2984	0,3843 ± 1,6636
44	1,4668 ± 0,1901	0,8830 ± 0,5030	0,9114 ± 0,4000	0,5906 ± 0,0549	0,7291 ± 0,0418

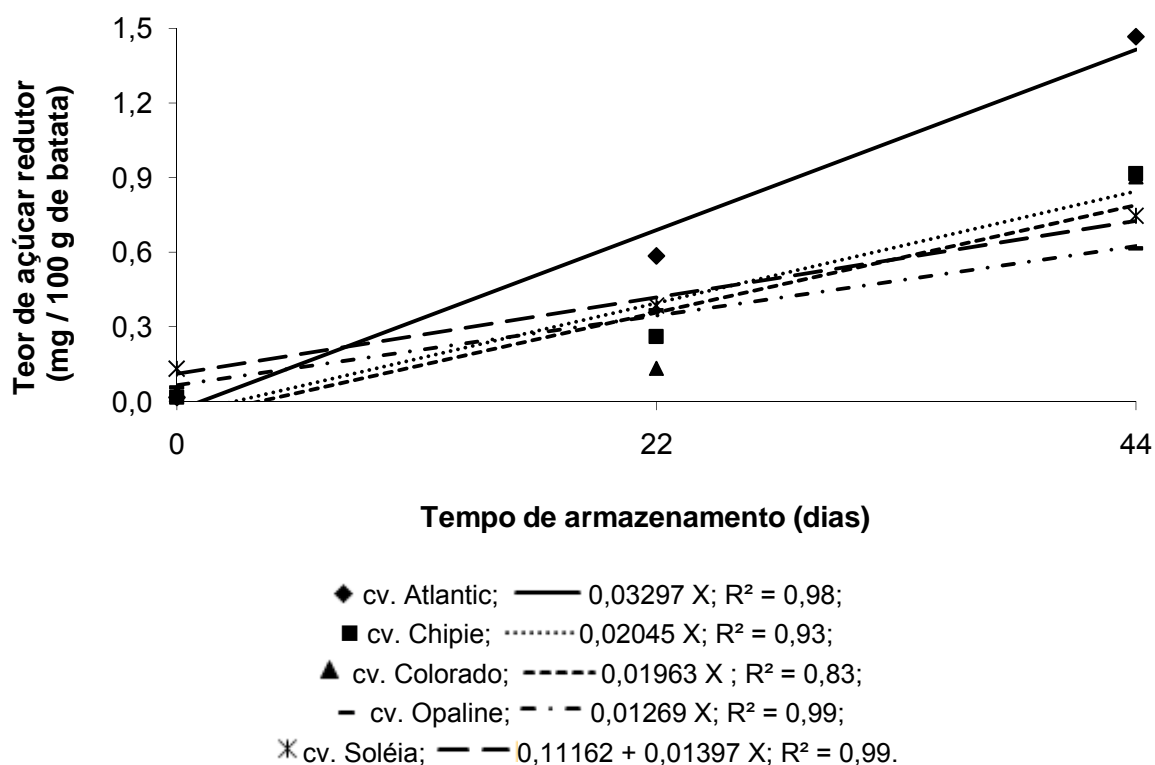


Figura 3. Variação do teor de açúcar redutor em tubérculos das cinco cultivares de batata em função do tempo de armazenamento (X).

Com base nos resultados obtidos, a reação se ajusta ao modelo cinético de ordem zero. Este tipo de comportamento cinético é frequente em alimentos, principalmente quando há limitações de difusão de certos participantes da reação, sendo que a reação de escurecimento enzimático de desidratados é um exemplo (TEIXEIRA, VITALI e MOURA, 2004).

Os tubérculos da cv. Soléia foram os que apresentaram maior índice de açúcares redutores e a cv. Colorado o menor índice, aos 22 dias de armazenamento. Estas alterações no teor de açúcares redutores podem ter ocorrido pelo fato de que durante o armazenamento, sob temperatura de refrigeração a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$, a atividade respiratória do tubérculo ter sido baixa, acarretando acúmulo de frutose e glicose (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

BACARIN *et al.* (2005) ao avaliar tubérculos de batatas dos genótipos Atlantic, Pérola, Asterix e C-1786-6-94 armazenados por 30 dias a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ verificaram aumento do teor de açúcares redutores nos tubérculos das cultivares avaliadas. Entretanto, de acordo com COELHO, VILELA e COSTA (1999) quando o tempo de armazenamento sob baixas temperaturas foi maior, ou seja, em torno dos 60 dias, as membranas do amiloplasto podem perder seletividade, deixando os açúcares em contato com as enzimas que irão degradá-los.

De acordo com PASCHOALINO (1993) as batatas aptas à fritura devem possuir em torno de 0,1 % de açúcares redutores (base seca). Mas, de acordo com LOVE (2002) para *chips* o teor recomendado de açúcares redutores deve ser de máximo de 0,2 %, enquanto que para produção de palitos este valor pode ser de até 0,4 %.

3.4. Matéria seca dos tubérculos de batata

A análise de variância (Quadro 4) detectou efeito significativo ($p < 0,05$) das interações. Com isso, foram ajustados modelos de regressão linear e quadrático, a 5 % de probabilidade, em função do armazenamento, para os dois tempos de colheita e por cultivar.

Quadro 4. Resumo da análise de variância do teor de matéria seca nos tubérculos de batata das cinco cultivares, nos tempos de colheita 85 e 100 dias após plantio (dap) e durante o armazenamento refrigerado, na safra de inverno de 2010.

F.V	G.L	Q.M	P(F)
Cultivar	4	1,8112	0,2985
TC	1	7,5544	0,0297*
Cultivar*TC	4	8,7950	0,0018*
Resíduo(a)	5	0,4791	
TA	5	8,7120	0,0074*
Cultivar*TA	2	3,2329	0,0483*
Resíduo(a)	8	0,6661	

TA= tempo de armazenamento; TC = tempo de colheita; * Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os valores de matéria seca dos tubérculos das cultivares Colorado e Soléia apresentaram falta de ajuste não significativo, coeficientes de regressão significativos ($p < 0,05$) e coeficientes de determinação acima de 50 %, indicando que as curvas podem descrever o comportamento das respostas dentro do intervalo de variação estudado (Figura 4). A quantidade de matéria seca para os tubérculos da cv. Colorado apresentou efeito quadrático negativo, ou seja, o modelo de regressão sugere que, quanto maior o tempo de armazenamento, menor a quantidade de matéria seca nos tubérculos. Entretanto, para a cv. Soléia apresentou efeito linear positivo, sugerindo que, a quantidade de matéria seca aumenta com durante o armazenamento.

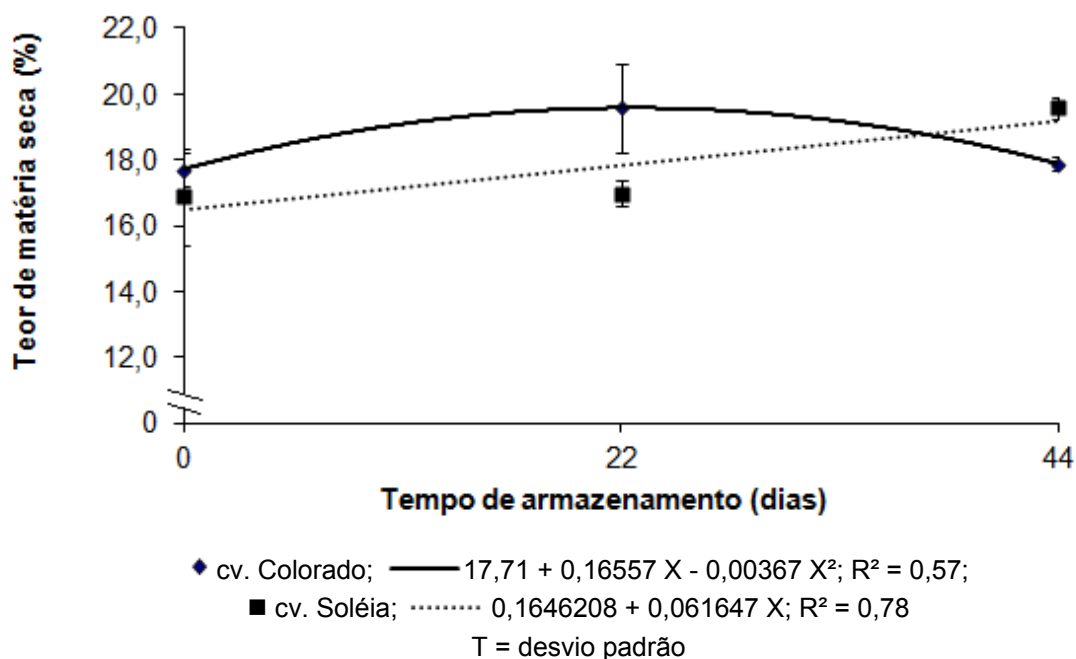


Figura 4. Regressão da variação do teor de matéria seca em tubérculos de cultivares francesas de batata em função do tempo de armazenamento (X).

Os resultados da determinação de matéria seca das batatas são apresentados na Figura 4 e, indicam que os tubérculos da cv. Colorado apresentaram redução; e, a cv. Soléia apresentou aumento nesse índice durante o armazenamento sob temperatura de refrigeração. A reação se ajusta ao modelo cinético de ordem zero (TEIXEIRA, VITALI e MOURA, 2004) para as amostras de cv. Soléia. Porém, para os tubérculos da cv. Colorado o comportamento da curva é não conclusivo.

Para as demais cultivares desse estudo falta de ajuste da regressão foi significativo não ocorrendo ajuste nos modelos. No entanto, o teor de matéria seca das cultivares nos tempos de colheita e armazenamento teve média de $17,91 \pm 1,60$ e estes valores foram semelhantes aos encontrados nos estudos de PÁDUA (2005), BREGAGNOLI (2006) e RESENDE (2007).

Com isso, pode-se inferir que esses índices recomendam o uso dos tubérculos para o processamento industrial.

3.5. Rendimento de batata frita

A análise de variância do rendimento de fritura (Quadro 5) mostra efeito significativo ($p < 0,05$) da interação cultivar*tempo de colheita. A comparação de médias de rendimento

entre cultivares ao mesmo nível de tempo de colheita, pelo teste de Dunnett, encontra-se na Tabela 4.

Quadro 5. Resumo da análise de variância do rendimento de fritura dos tubérculos frescos de batata das cinco cultivares nos tempos de colheita 85 e 100 dias após plantio (dap) na safra de inverno de 2010.

F.V.	G.L.	Q.M.	P(F)
Cultivar	5	2,0258	0,0139*
TC	1	9,6013	0,0005*
Cultivar*TC	5	1,8591	0,0187*
Resíduo	12	0,4380	

TC = tempo de colheita; *Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, verifica-se que para o tempo de colheita 85 dap a cv. Soléia apresentou maior rendimento dos tubérculos pós-fritura ($p < 0,05$) quando comparadas com a cultivar referência, Atlantic, na forma palito. Enquanto que, aos 100 dap os tubérculos da cultivar Opaline obtiveram rendimento pós-fritura inferiores quando comparados com a cultivar referência, indicando a importância da época de colheita do tubérculo para manutenção do índice de qualidade do produto final.

Tabela 4. Valores médios e desvios padrão do rendimento de fritura dos tubérculos frescos de batata das cinco cultivares, nos tempos de colheita 85 e 100 dias após o plantio (dap) na safra de inverno de 2010.

Cultivares	Rendimento (%)	
	Tempo de colheita 85 dap	Tempo de colheita 100 dap
Atlantic (referência <i>chip</i>)	98,12 ± 0,64	98,28 ± 1,73
Chipie	98,79 ± 0,60	96,43 ± 0,00
Atlantic (referência palito)	97,96 ± 0,21	95,10 ± 0,47
Colorado	98,03 ± 0,32	97,15 ± 0,65
Soléia	99,60 ± 0,00*	97,55 ± 0,04
Opaline	97,87 ± 0,51	98,28 ± 0,60*
Média	98,40	97,13
C.V.	0,73	1,35

*médias diferiram da referência ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

C.V = Coeficiente de variação

Em geral, o rendimento das batatas fritas variou entre 97,96 % e 99,60 % para 85 dap enquanto que para 100 dap esta variação foi de 95,10 % a 98,28 %. Valores

semelhantes foram encontrados por ASSIS *et al.* (2006) e PÁDUA *et al.* (2005). Valores elevados de rendimento podem ter ocorrido em razão de as cultivares francesas apresentarem tubérculos uniformes, de formato adequado ao processamento, com ausência de deformações e olhos superficiais, fatores estes que facilitaram o descascamento diminuindo as perdas de peso no processo, produzindo fatias fritas de tamanho médio uniforme, e que são atrativas ao consumidor.

3.6. Absorção de óleo das batatas fritas

A análise de variância da absorção de óleo nas batatas fritas (Quadro 6) não detectou efeito significativo ($p > 0,05$) da interação cultivar*tempo de colheita e ocorreu efeito significativo ($p < 0,05$) para as cultivares. O tempo de colheita não influenciou no teor lipídico nas batatas fritas.

Quadro 6. Resumo da análise de variância da absorção de óleo das batatas fritas das cinco cultivares nos tempos de colheita 85 e 100 dias após plantio (dap) na safra de inverno de 2010.

F.V.	G.L.	Q.M.	P(F)
Cultivar	5	500,89	<,0001*
TC	1	0,03	0,9258ns
Cultivar*TC	5	0,17	0,9982ns
Resíduo	12	3,58	

TC = tempo de colheita; *Efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns = não significativo.

Os valores médios e desvios padrão do teor de lipídeos em batata frita, para as formas chips (cv. Chipie e cv. Atlantic) e palito (cvs. Atlantic, Colorado, Opaline, Soléia), estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios e desvios padrão do teor de lipídios em batata frita.

Cultivar	Teor de lipídios (%)
Atlantic (<i>chips</i>)	28,69 ± 0,04
Chipie	30,12 ± 0,07
Atlantic (palito)	5,71 ± 0,21
Colorado	7,54 ± 0,89*
Opaline	8,82 ± 2,69*
Soléia	7,92 ± 0,45*

*Médias diferem da referência, Atlantic palito, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Dunnett.

As batatas fritas das cultivares francesas Colorado, Opaline e Soléia destinadas à fritura na forma palito apresentaram maior ($p < 0,05$) absorção de óleo do que a Atlantic, quando comparados pelo teste de Dunnett. Entretanto, as batatas fritas *chips* provenientes da cultivar francesa Chipie não diferiram da referência Atlantic quanto, à absorção de óleo ($p > 0,05$), apresentando valores 30,12 % e 28,69 %, respectivamente.

Esses resultados foram inferiores aos encontrados por ASSIS *et al.* (2006) que obtiveram valores 49,08 % e 45,08 % para as cv. Chipie e Atlantic, respectivamente. DAMY e JORGE (2003) ao verificaram o teor lipídico dos *chips* de batata da cultivar Atlantic encontraram valores entre 32,4 e 39,9 %. Também DÚRAN *et al.* (2007) observaram que *chips* de batata absorveram 65 % do conteúdo total de óleo e que 35 % era óleo remanescente da superfície.

MELLEMA (2003), em um trabalho de revisão, discutiu sobre diferentes fatores que devem ser considerados para a redução do teor de óleo em batata *chips*. Segundo o autor, os fatores que podem favorecer a redução na absorção de óleo após a fritura são uso de cultivares com reduzido teor de umidade e alto teor de matéria seca; mudanças nas técnicas de fritura como tempo, temperatura e drenagem do óleo; e o uso de óleos mais viscosos (provavelmente com maior teor de ácidos graxos saturados como o de palma e de algodão).

Por isso, recomenda-se que batatas destinadas à fritura devem apresentar teores de matéria seca superiores a 20 %, para que se tenha uma boa qualidade do produto processado. No entanto, a quantidade de matéria seca em tubérculos de batatas é cultivar dependente e é influenciada diretamente pelo ambiente do cultivo.

4. CONCLUSÕES

Os períodos de colheita de 85 e 100 dias após plantio não influenciaram nos índices de qualidade dos tubérculos de cultivares francesas para processamento de batata frita, sendo eles, índice de formato, densidade, teor de açúcar redutor, teor de matéria seca e rendimento. Isto mostra que a colheita pode ser efetuada naqueles períodos sem comprometer com a qualidade do produto final.

Todas as cultivares avaliadas apresentaram índice de formato dos tubérculos adequados para o processamento industrial, ou seja, as cultivares Colorado, Opaline e Soléia apresentaram formato alongado, indicadas para batata palito; Chipie e Atlantic apresentaram formato arredondado, indicadas para batata *chips*. O formato dos tubérculos contribuiu para o alto rendimento da batata frita na forma *chips* ou palito.

O armazenamento sob refrigeração promoveu o aumento de açúcares redutores e diminuiu as perdas da matéria seca. Recomenda-se conservar os tubérculos por até 22 dias sob refrigeração, após este período, o aumento de açúcares redutores pode proporcionar alterações na cor e no sabor dos produtos. O teor de matéria seca aumentou nos tubérculos da cv. Soléia ao longo do armazenamento, e entre as outras cultivares não ocorreu alterações.

A produção das batatas especificamente para esta pesquisa foi essencial para o controle das variáveis como temperatura, clima, solo, irrigação, época do ano e uso de fertilizantes, os quais influenciam, além da composição genética das cultivares, seus teores de matéria seca e açúcares redutores.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBA. Associação da Batata Brasileira, 2008. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: novembro 2010.
- ASSIS, et al. Chipie - Cultivar de Batata para Industrialização. **Rev. Batata Show**. Ed. 16. Ano 6. Dez. 2006, 20-21 p.
- BACARIN, M.A.; FERREIRA, L.S.; DEUNER, S; BERVALD, C.M.P.; ZANATTA, E.R.; LOPES, N.F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata reconicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 799-804, 2005.
- BREGAGNOLI, M. **Qualidade e produtividade de cultivares batata para indústria sob diferentes adubações**. Piracicaba, 2006. 141 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BRUNE, S. **Descrição e competição de clones de batateira**. 1979. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARMO, E.L., PÁDUA, J.G. D.; J. P. T.; DUARTE, H. S. S.; FILHO, J. D.; LEONEL, M.; ZAMBOLIM, L. Desempenho de cultivares nacionais e estrangeiras de batata em duas condições ambientais do Sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**. V. 3, N. 3, p. 18, 2009.
- CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutas e hortaliça, fisiologia e manuseio**. Ed. UFLA, Lavras, MG, 2005.
- COELHO, A. H. R.; VILELA, E. R.; CHAGAS, S. J. R. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e de amido, durante armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 23, n. 4, p. 899-910, out./dez. 1999.
- COELHO, A.H.R. **Alterações químicas e qualidade de frituras de duas cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) armazenadas em atmosfera em temperaturas ambiente e sob refrigeração**. Dissertação (Mestrado). Lavras: UFLA, 1998. 145p.
- DAMY, P.C.; JORGE, N. Absorção de óleo de soja refinado e gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batata chips. **Alim. Nutr., Araraquara**, v.14, n.1, p. 23-26, 2003.
- De JONG, H.; BURNS, V.J. Inheritance of tuber shape in cultivated diploid potatoes. *American Potato Journal*, v. 70, p. 267-283, 1993.
- DÚRAN, M.; PEDRESCHI, F.; MOYANO, P.; TRANCOSO, E. Oil partition in pre-treated potato slices during frying and cooling. **Journal of Food Engineering**, v.81, n.257-265, 2007.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. 1 ed. Digital, 2008, cap. 4, 117-118p. Disponível em: <

http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=startdown&id=5
Acesso em: outubro 2010.

LOVE, S.L. Important characteristics in breeding processing potatoes. In: WORLD POTATO CONGRESS, 4., 2000, Amsterdam. Proceedings... Amsterdam: Wageningen Press, 2000. p. 261 – 266.

MELLEMA, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.14, p.364-373, 2003.

MELO, P.E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.147, p.112-119, 1999.

NELSON, N. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, p. 375-380, 1944.

PÁDUA, J. G.; MESQUITA, H.A.; MOTA, R. V.; CARMO, E. L. Qualidade pós-fritura de cultivares de batata cultivadas no outono nas regiões Sul e Campos das Vertentes de Minas Gerais. In: **45º Congresso Brasileiro de Olericultura**, 2005, Fortaleza. Horticultura Brasileira. Brasília: Associação Brasileira de Horticultura, 2005. v. 23.

PASCHOALINO, J. E.; FERREIRA, V. L. P.; POMPEU, R. M. Aptidão das variedades de batatinha bintje e radosa para processamento de frita à francesa e congeladas e purê congelado. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, p. 431-444, 1975.

PASCHOALINO, J.E. **Prevenção do escurecimento em batatas frescas descascadas e fatiadas**. ITAL, Campinas, v. 23, n. 2, p. 189-197, 1993.

POPP, P. R. **Batata para processamento - aptidão da matéria prima para processamento**. Curitiba, 2005. Disponível em: <<http://www.abbabatabrasileira.com.br/minas2005/02%20-%20Aptid%E3o%20da%20mat%E9ria%20prima%20para%20a%20ind%FAstria%2001.pdf>>
Acesso em: 31/maio/2010.

RESENDE, L.M.A.; MASCARENHAS, M.H.T.; PAIVA, B.M. Aspectos econômicos da produção e comercialização de batata. **Informe Agropecuário**, v. 20, n.197, p.9-19, 1999.

SILVA, D.J. Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1990. 2 ed., 165p.

STARK, J. C.; LOVE, S. L. Potato Production Systems. Idaho: Idaho Center for Potato Research & Education, 2003. 420 p. Disponível em: <<http://www.ag.uidaho.edu/potato/production/>> Acesso em: 8 jan. 2007.

TEIXEIRA NETO, R. O., VITALI, A. A.; MOURA, S. C. S. R. Introdução à Cinética de Reação em Alimentos. In: MOURA, S. C. S. R, GERMER, S. P. M. **Reações de transformação de vida-de-prateleira de alimentos**, cap. 6, 003.

ZORZELLA, C. A.; VENDRUSCOLO, J. L.; TREPTOW, R. O. Qualidade sensorial de “chips” de diferentes genótipos de batatas (*Solanum tuberosum* L.), cultivos de primavera e outono

no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 57-63, 2003.

CAPÍTULO 3 – PERFIL SENSORIAL DE BATATAS FRITAS DAS CULTIVARES FRANCESAS: CHIPIE, COLORADO, OPALINE E SOLÉIA

1. INTRODUÇÃO

A indústria de batata frita é um dos maiores interessados na melhoria da aparência e qualidade de seus produtos. Isso porque os consumidores tendem a associar a aparência visual do produto às preferências de sabor e crocância, nível de prazer, segurança, saúde e condições de armazenamento, entre outras propriedades que determinam sua aceitação. A indústria de alimentos tem buscado identificar e atender aos anseios dos consumidores em relação a seus produtos, pois só assim sobreviverão num mercado cada vez mais competitivo. As técnicas de análise sensorial, com o uso de testes afetivos e descritivos, funcionam como uma ferramenta capaz de permitir que esses objetivos sejam alcançados, sendo de grande aplicação no processo de aperfeiçoamento da qualidade. Assim, as técnicas de análise sensorial tem se mostrado tão importantes para avaliar e conhecer a qualidade de um alimento, quanto às análises microbiológicas e físico-químicas, caracterizando um meio seguro para avaliar as alterações sensoriais (MINIM e DANTAS, 2004; TEIXEIRA, BARBETTA, MEINRET, 1987).

Testes sensoriais descritivos estão entre as ferramentas mais sofisticadas na área de ciência dos alimentos e envolve a detecção (discriminação) e a descrição dos componentes sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto pelos consumidores. Essas análises descritivas podem ser usadas no controle de qualidade, na comparação de protótipos de produtos para entender a reação do consumidor em relação aos seus atributos sensoriais, e no mapeamento sensorial. Também pode ser usada para acompanhar as mudanças do produto ao longo do tempo em relação ao prazo de validade e os efeitos de embalagem; investigar os efeitos dos ingredientes ou variáveis de processamento na qualidade sensorial de um produto; e investigar percepções dos consumidores. Há diferentes métodos de análise descritiva, dentre eles destaca-se o método espectro sensorial, uma ferramenta de elevada acuidade sensorial, que utiliza uma extensa lista de referências, treinamento especializado dos julgadores e procedimentos de escala (GACULA, 1997; MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991).

Outros testes de expressiva relevância e muito úteis no campo da análise sensorial são os testes afetivos, em particular o teste de aceitação, que geralmente vem em sequência aos descritivos. Neste teste, a opinião do consumidor é avaliada com auxílio de

escalas hedônicas que expressam o gostar ou desgostar, com o objetivo de obter informações sobre a aceitação provável dos produtos pelo consumidor, para determinar a aceitação ótima em termos de variação do número de ingredientes, modificações na formulação ou alterações de processamento (STONE e SIDEL, 1985; TEIXEIRA, BARBETTA e MEINRET, 1987).

No presente trabalho propôs-se desenvolver o perfil sensorial descritivo a partir do método espectro e avaliar a aceitabilidade sensorial de batatas fritas das cultivares francesas chipie, colorado, opaline e soléia, colhidas em dois períodos (85 e 100 dias após plantio) e armazenadas sob refrigeração a $5\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ em três períodos (0, 22 e 44 dias).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Preparo das amostras de batatas

Os tubérculos foram lavados em água corrente com auxílio de uma escova para retirar resíduos de terra da superfície. Em seguida, foram imersas em uma solução de hipoclorito de sódio a 150 mL.L^{-1} . Os tubérculos foram descascados utilizando-se de um descascador manual de legumes e novamente lavados em água corrente e sanitizados em uma solução de hipoclorito de sódio a 10 mL.L^{-1} . O fatiamento das batatas, das cinco cultivares foi realizado com o auxílio de um cortador manual para corte tipo palito e mecânico usando o cortador para o tipo *chips*.

Devido ao formato arredondado dos tubérculos das cultivares Atlantic e Chipie eles foram utilizados para batatas na forma *chips*. O fatiamento foi realizado com auxílio do equipamento multiprocessador de alimentos, marca Britânia, modelo Super Multipro. As fatias apresentaram espessura média de 1,6 mm.

As cultivares Atlantic, Colorado, Opaline e Soléia foram usadas para batata na forma palito. Um cortador manual de legumes da linha profissional foi utilizado para o fatiamento. Os cortes foram realizados no sentido longitudinal do tubérculo, e a dimensão média do corte transversal do palito foi de 1x1 cm.

Em seguida os palitos foram congelados em nitrogênio líquido a -196 °C e acondicionadas em embalagens de polietileno (de alta densidade) e rotuladas de acordo com a análise a ser realizada (análise: sensorial e físico-química) e armazenadas em *freezer* a temperatura de $-18 \pm 2\text{ °C}$ até o dia de serem submetidas às análises.

Para a avaliação sensorial as batatas foram descongeladas por imersão em água filtrada a temperatura ambiente (23 ± 2 °C). Após o descongelamento o excesso de água foi drenado para posterior cocção por fritura em óleo de soja, à temperatura de 185 °C, em fritador elétrico, marca Croydon®. Para batatas com corte palito, o tempo de fritura foi de 4 min, enquanto que para aquelas de corte tipo *chips*, foi de 3 min. A proporção de óleo em relação à quantidade de batata (kg) foi de 25:1 (v:m). Após a cocção, o excesso de óleo foi drenado utilizando o cesto de fritura e as batatas foram transferidas para uma superfície telada revestida com papel absorvente.

2.2. Análise sensorial descritiva: método espectro sensorial

O método empregado é uma adaptação do espectro sensorial de análise descritiva desenvolvida por MUÑOZ e CIVILLE (1992).

2.3. Condições do teste sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Viçosa (UFV), cujas instalações incluem cabines individuais com luz branca e vermelha. As amostras, servidas em pratos descartáveis, consistiam em duas fatias ou palitos de batatas fritas, à temperatura ambiente, codificados com números aleatórios de três dígitos. Em cabines individuais, utilizando luz branca, foi solicitado aos julgadores que, utilizando fichas apropriadas, avaliassem as amostras a eles apresentadas. As análises foram realizadas no período vespertino, entre 14 e 18 horas.

2.4. Recrutamento e seleção da equipe sensorial

Na pré-seleção foram recrutados 54 estudantes da Universidade Federal de Viçosa usando o questionário adaptado de DELLALUCIA (1999), com modificações, para identificação de consumidores de batata frita, em bom estado de saúde, disponibilidade de tempo, interesse e habilidade para utilizar escalas e definir termos descritivos. Desses consumidores, 35 foram pré-selecionados para participar da seleção.

A seleção dos julgadores consistiu em aplicar uma série de testes de acuidade, para analisar a habilidade dos participantes em detectar e descrever as características sensoriais e suas intensidades. Além dos testes, foi realizada uma entrevista pessoal para investigar o interesse do participante no estudo, disponibilidade, compromisso, problema de saúde não descrito anteriormente, entusiasmo, habilidade verbal e habilidade para trabalhar em grupo.

Os testes de acuidade sensorial aplicados foram:

Teste de discriminação de gostos primários: aos participantes foram apresentadas 5 soluções aquosas de gostos primários em 2 concentrações, simultaneamente, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Conteúdo e intensidade dos ingredientes utilizados no preparo das soluções aplicadas no teste de diferenciação de gostos primários.

Gostos primários	Intensidade fraca	Intensidade forte
Doce	4 g açúcar/L de água	12 g açúcar/L de água
Ácido	0,2 g ácido cítrico/L de água	4 g ácido cítrico/L de água
Salgado	1 g sal de cozinha/L de água	1 g sal de cozinha/L de água
Amargo	0,4 mL solução*/ L de água	2 mL de solução*/L de água
Umami	1 g MSG**/L de água	2 g MSG/L de água

*Solução de cloridrato de quinina 0,2 % (m/v). **MSG: glutamato monossódico

*FONTE: CHAVES; SPROESSER (2002).

Os participantes habilitados ao teste apresentaram pelo menos 80 % de acertos para gosto ou intensidade entre as 10 soluções avaliadas.

Teste de escala e uso de referências: foram realizados 2 testes, um com suco de goiaba para avaliação da consistência e outro com suco de uva para avaliação da cor, ambos da marca Bella Ischia®. Diluições desses sucos foram preparadas a 10, 30, 50, 70 e 90 %. Inicialmente, foram apresentadas aos participantes 2 amostras referências para cor e consistência, sendo essas representadas pelos sucos nas concentrações de 10 e 90 % visando á familiarização e memorização. Em seguida, utilizando uma escala não estruturada de intensidade de 0 a 15 cm (Tabela 2) e com base nas amostras referências, os participantes identificaram a intensidade das amostras nas concentrações de 30, 50 e 70 % para cada teste.

Tabela 2. Conteúdo das amostras referência e teste de suco de goiaba para avaliação da consistência e suco de uva para avaliação da cor em escala não estruturada de 15 cm.

Amostras	Suco de goiaba (v/v)*	Suco de uva com 10 % de açúcar (v/v)
Referência fraca (0 cm)	1:9	1:9
Amostra 1 (3,75 cm)	3:7	3:7
Amostra 2 (7,5 cm)	5:5	5:5
Amostra 3 (11,25 cm)	7:3	7:3
Referência forte (15 cm)	9:1	9:1

* volume de suco/volume de água.

Os participantes habilitados neste teste apresentaram suas marcações na escala não estruturada sob o valor correto atribuído à amostra ou um valor distante de no máximo 20 % desse valor (Tabela 2).

Teste de identificação de odor: para testar as habilidades do julgador para reconhecer e descrever a sensação olfativa foram apresentadas aos participantes 5 soluções aquosas com diferentes aromatizantes, todas da *Internacional Flavors & Fragrances* (IFF Essências e Fragrâncias®) com as concentrações de acordo com o fabricante (Tabela 3). No preparo das soluções de aromatizantes chocolate e menta e suas concentrações foi de escolha aleatória.

Tabela 3. Conteúdo dos aromatizantes utilizados no preparo das soluções apresentadas no teste de identificação de odor.

Odores	Solução
Morango*	1 mL do aromatizante/500 mL de água
Abacaxi*	0,7 mL do aromatizante/500 mL de água
Coco*	0,5 mL do aromatizante/500 mL de água
Chocolate	0,7 mL do aromatizante/500 mL de água
Menta	0,7 mL do aromatizante/500 mL de água

*FONTE: CHAVES; SPROESSER (2002).

Os participantes aptos apresentaram um índice de acerto, no referido teste, de no mínimo de 80 %. Sendo apresentadas em termos corretos ou comuns, por exemplo, para o odor de menta poderiam ser consideradas as respostas com odor de eucalipto ou hortelã.

Teste de textura: para avaliar a habilidade do julgador em reconhecer e descrever a sensação de consistência foi realizado teste discriminatório pelo método de ordenação com amostras de iogurte sabor côco e doce de leite em pasta, da marca Viçosa®, nas diluições de 10 e 50 % com leite integral pasteurizado Viçosa®, preparadas conforme descrito na

Tabela 4, em que foi solicitado aos julgadores para que ordenassem as amostras de acordo com a intensidade da consistência das amostras.

Tabela 4. Diluição das amostras de doce de leite e iogurte utilizados no teste de textura para ordenação da intensidade consistência pelos participantes.

Amostras	Fraco (1)	Moderado (2)	Forte (3)
Doce de leite (m/v)*	1:1	9:1	1:0
logurte (v/v)**	1:1	9:1	1:0

* Peso de doce de leite/volume de leite

** Volume de iogurte de côco/volume de leite.

Os participantes aptos neste teste foram aqueles que conseguiram classificar neste teste todas as seis amostras na ordem correta de intensidade.

Teste de aparência: para avaliar a habilidade do julgador em reconhecer e descrever a aparência das amostras de doce de leite diluída na proporção 1:1 m/v com leite pasteurizado ambos da marca Viçosa® e suco de goiaba da marca Bella Ischia® diluído na proporção de 1:9, 1:1 e 9:1 v/v (Tabela 5) com água filtrada, foram apresentadas aos candidatos para avaliarem o atributo intensidade de cor e consistência no teste de ordenação.

Tabela 5. Diluição das amostras de doce de leite e suco de goiaba utilizadas no teste de aparência para ordenação da intensidade da cor e da consistência.

Amostras	Fraco (1)	Moderado (2)	Forte (3)
Doce de leite (m/v)*	1:1	1:9	1:0
Suco de goiaba (v/v)**	1:9	1:1	9:1

* Peso de doce de leite/volume de leite

** Volume de suco de goiaba/volume de água filtrada.

Os participantes considerados aptos neste teste classificaram todas as seis amostras na ordem correta de intensidade.

Do total de participantes doze foram aprovados nos testes de acuidade e, na entrevista pessoal demonstraram interesse e entusiasmo em participar do estudo, disponibilidade, compromisso e habilidade para interagir e trabalhar em grupo, sendo então selecionados para compor a equipe sensorial.

2.4.1. Levantamento dos termos descritivos e treinamento da equipe sensorial

O treinamento constituiu-se em duas partes: orientação geral e prática.

Orientação geral: aos julgadores foi solicitado descrever as similaridades e diferenças entre as amostras de batata frita com relação aos atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura. Para levantamento dos atributos foram analisadas as batatas palito dos tubérculos provenientes de cultivares Atlantic, Colorado, Opaline e Soléia, juntamente com batatas encontradas no mercado local (Asterix, Monalisa) e uma marca pré-frita congelada (McCain®). Para batata *chips* foram avaliados os tubérculos provenientes de cultivares francesas e Atlantic, juntamente com as batatas *chips* industrializadas (Ruffles® e Yoki®).

Os julgadores receberam, simultaneamente, duas fatias e pedaços de cada amostra a temperatura ambiente, servidas em pratos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos, em cabines individuais, sob luz branca, juntamente com um copo de água e uma ficha de descrição para levantamento dos atributos. Realizaram-se duas sessões sendo que na primeira, foram apresentadas as amostras de batatas palito e na segunda, as amostras de batatas *chips*.

Após as avaliações em cabines individuais, os julgadores foram reunidos na sala central do Laboratório de Análise Sensorial para discutirem e definirem os atributos sensoriais sob a supervisão do líder. Em seguida, de posse de uma ampla lista de termos levantados, os julgadores discutiram o significado de cada um deles, eliminaram aqueles correlatos, agruparam termos sinônimos e por fim geraram amostras referências.

As fichas de avaliação das batatas fritas (*chips* e palito) foram elaboradas com uma escala não estruturada de 15 cm para cada termo descritivo levantado. Aos julgadores foi solicitado que escolhessem, por meio de um traço vertical na escala não estruturada, a melhor posição que refletisse a sua avaliação para cada termo descritivo.

Posteriormente, para exercitar a memória sensorial, os julgadores receberam amostras de batata frita das cultivares Atlantic (na forma palito) e Chipie (na forma *chips*), escolhidos aleatoriamente, para avaliação, juntamente com a ficha de análise. Este exercício permitiu o uso e a familiarização da ficha de avaliação, possibilitando aos julgadores praticarem e aplicarem os conceitos e termologias desenvolvidas. Após este exercício foi realizada outra reunião em que os resultados dos julgadores foram discutidos visando o estabelecimento da terminologia, o uso da escala, além de esclarecer possíveis dúvidas.

Sessão prática: foram realizados dez exercícios, divididos em três sessões (triplicatas), para que os julgadores praticassem e aplicassem os princípios aprendidos. Os exercícios aplicados e as amostras avaliadas estão descritos na Tabela 6. Juntamente com os exercícios foi disponibilizado aos provadores a lista de definições dos termos descritivos e as amostras referência para memorização prévia.

Para os exercícios de ordenação, os julgadores deveriam classificar corretamente cada amostra na ordem crescente de intensidade do atributo avaliado.

O objetivo de se fazer estes exercícios em triplicata, foi verificar por meio da análise de variância, a existência de repetibilidade dos resultados. Os julgadores deveriam apresentar Frepetições > 0,05.

Em cada sessão de exercício, os resultados foram discutidos com a equipe sensorial e, aqueles julgadores que apresentaram probabilidade de Famostras > 0,50 ou Frepetições < 0,05 (POWERS, *et al.*, 1984) em pelo menos um dos atributos foram treinados novamente.

Os julgadores foram considerados aptos para realizar a avaliação das amostras de batata frita após demonstrarem habilidades em discriminar as amostras (Famostras > 0,50), repetibilidade (Frepetições < 0,05) das avaliações e consenso com a equipe sensorial (observações dos resultados realizado pelo líder da equipe).

Tabela 6. Exercícios aplicados durante a sessão prática para avaliar o desempenho dos julgadores em relação à memorização sensorial das amostras referências.

Testes	Atributos avaliados	Amostras
Teste discriminatório pelo método de ordenação Objetivo: Classificar, em ordem crescente, a intensidade de cada atributo percebido em cada amostra.	Cor	Batata <i>chips</i> : Ruffles, Yoki, cultivar Chipie; Batata palito: cultivar Colorado, batata pré frita congelada McCain®.
	Gosto amargo	Soluções de cloridrato de quinina a 0,2 % (m/v) nas concentrações: 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 mL.L ⁻¹ .
	Gosto umami	Soluções de glutamato monossódico, marca Aginomoto®, nas concentrações: 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 mL.L ⁻¹ .
	Maciez	Marshmallow, Goma de amido e batata frita palito cultivares: Colorado e Soléia.
Teste de gosto primário e teste discriminatório pelo método de ordenação Objetivos: Diferenciar as amostras e colocá-las em ordem crescente de concentração	Gosto salgado	Soluções de cloreto de sódio em concentrações: 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 mL.L ⁻¹ .
	Gosto umami	Soluções de glutamato monossódico, marca Aginomoto®, em concentrações: 0,25; 0,5; 1,0 e 2,0 mL.L ⁻¹ .

Tabela 6. Exercícios aplicados durante a sessão prática para avaliar o desempenho dos julgadores em relação à memorização sensorial das amostras referências (continuação).

Testes	Atributos avaliados	Amostras
Teste de escala não-estruturada Objetivo: Marcar a intensidade de cada atributo para cada amostra na escala não estruturada de 15 cm.	Gosto amargo	Água, solução amargo a 2 mL.L ⁻¹ , e batata palito de cultivares: Colorado, Opaline e Soléia.
	Gosto umami	Água, solução de umami na concentração de 2 g/L ⁻¹ , batata palito cultivar Colorado e batata chips cultivar Chipie,
	Adstringência	Água, solução de vinho tinto na concentração 6:4; solução de vinho tinto na concentração 3:7; batata palito cultivar Colorado e batata palito cultivar Soléia;.
	Crocância	Batata chip Ruffles®, Yoki® e Leve®, cultivar Chipie

2.4.2. Avaliação sensorial das batatas fritas e análise dos resultados

O perfil sensorial da batata frita na forma *chips* e palito foi avaliado por 12 julgadores treinados. O experimento foi estruturado em parcelas subdivididas com 4 cultivares de batata (palito) ou duas cultivares (chips) e 2 tempos de colheita, em fatorial, na parcela, no delineamento em blocos (julgadores) casualizados, com três repetições e, 3 tempos de armazenamento na sub-parcela.

Cada julgador recebeu 2 fatias de batata frita de cada cultivar mantida a temperatura de 30 °C ± 2 °C em forno microondas (marca ELETROLUX, modelo MEF28), servidas em pratos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos, em cabines individuais sob luz branca. No momento da avaliação os provadores receberam a ficha de avaliação.

2.5. Teste de aceitação sensorial

O teste de aceitação sensorial das batatas fritas foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizados 62 voluntários consumidores de batata frita, estudantes e funcionários da Universidade, sendo 19 homens e 43 mulheres, na faixa etária de 19 a 56 anos.

As amostras das batatas fritas foram servidas de forma monádica, em duas sessões, sendo na primeira, fornecidas as 4 cultivares de batatas fritas na forma palito e na segunda, duas na forma *chips*. As amostras foram servidas (a temperatura de $30\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) em ordem aleatória em pratos descartáveis identificados com códigos de três dígitos, juntamente com a ficha de avaliação e um copo de água filtrada para cada julgador. Os atributos sensoriais sabor, crocância e impressão global foram avaliados utilizando-se uma escala hedônica de nove pontos variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9) (STONE e SIDEL, 1985) (Anexo 1).

No teste de aceitação as amostras de batata frita foram apresentadas aos consumidores seguindo o delineamento inteiramente casualizado. O experimento foi desenvolvido em arranjo fatorial com 4 cultivares de batata (palito) ou duas cultivares (chips) na parcela e 2 tempos de colheita, no delineamento inteiramente casualizado. Os julgadores são tratados como repetição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise sensorial descritiva: método espectro

3.1.1. Recrutamento de candidatos e pré-seleção de provadores

Foram recrutados 35 voluntários, entre estudantes e funcionários da UFV para participarem da seleção da equipe sensorial de acordo com os testes propostos, e a disponibilidade de tempo para participar das análises e por serem apreciadores de batata frita. Desses, foram selecionados 15 participantes, sendo 7 homens e 8 mulheres para treinamento e avaliação do produto.

3.1.2. Levantamento dos termos descritivos e treinamento da equipe sensorial

Os atributos sensoriais definidos em consenso pela equipe sensorial para avaliação das batatas fritas foram: cor, gosto amargo, gosto umami, sabor adstringente, crocância e maciez. Foram definidos pela equipe termos descritivos e os materiais de referência (Tabela 7). A ficha de avaliação utilizada continha escalas não estruturadas cujos extremos de cada termo descritivo também foi definido pela equipe sensorial (Figura 1).

Tabela 7. Linguagem sensorial utilizada na avaliação sensorial descritiva de batata frita.

Termos descritores	Definição	Referência
Cor	Aspecto visual do produto que vai do amarelo claro ao marrom descritos como batatas claras ou escuras.	3 (amarelo claro) = 2 mL de solução 0,1 % de corante caramelo, 3 gotas de solução 0,5 % amarelo tartrazina, 98 mL de água e 1 g de goma carragena. 8 (dourado) = 6 mL de solução 0,1 % corante caramelo, 12 gotas de solução 0,5 % amarelo tartrazina, 2 gotas de solução 0,5 % amarelo crepúsculo, 44 mL de água, 2 g de goma carragena. 13 (marrom claro) = 20 mL de solução 0,1 % corante caramelo, 4 gotas de solução 0,5 % amarelo crepúsculo, 44 mL de água, 2 g de goma carragena.
Gosto amargo	Gosto amargo associado à presença de alcalóides (cafeína ou quinino).	0 (ausente) = água; 7,5 = 0,5 mL de solução de cloridrato de quinina 0,08 % em 200 mL de água; 15 (muito forte) = 1,5 mL de solução em 200 mL de água.
Gosto umami	Fator de sensação química provocada por ácidos do umami (glutamato monossódico) e nucleotídeos.	0 (ausente) = água; 7,5 = 1 g de glutamato monossódico em 1000 L de água; 15 (muito forte) = 2 g de glutamato monossódico em 1000 L de água.
Sabor adstringente	No efeito de adstringência ocorre o encolhimento ou secagem sobre a superfície da língua que é causado por substâncias como taninos.	0 (ausente) = água; 7,5 = solução de vinho tinto 7,5 % seco concentração 6:4; 15 (muito forte) = solução de vinho tinto seco concentração 3:7.
Textura: maciez*	Força necessária para provocar uma determinada deformação.	0 = marshmallow; 15 = goma de amido.
Textura: crocância**	Intensidade da força que permite com que o alimento “pule” dos seus dentes ao ser mordido, e é associado à sensação auditiva.	0 (ausente) = goma de amido; 15 (crocante) = batata Ruffles®, Elma Chips.

*termo usado somente para batata frita palito; **termo usado somente para batata frita *chips*.

Ficha de avaliação

Nome: _____ Data: ___/___/___

Por favor, prove a amostra e marque com um traço na vertical nas escalas abaixo, a posição que melhor identifique a intensidade de cada atributo avaliado.

Código da amostra: _____

Aparência

Cor Amarelo Claro Marrom

Gosto

Amargo Ausente Forte

Umami Ausente Forte

Adstringente Ausente Forte

Textura

Maciez Pouco Muito

Crocância Pouco Muito

Textura

Crocância Pouco Muito

Maciez Pouco Muito

Figura 1. Modelo da ficha utilizada na avaliação das cultivares para batata frita pelo método espectro sensorial da análise descritiva.

3.1.3. Avaliação da batata frita na forma palito

A análise de variância (Quadro 1) detectou efeito significativo ($p < 0,05$) para as seguintes fontes de variação: interação cultivar*tempo de colheita para o atributo cor; interação cultivar*tempo de armazenamento para os atributos cor, gosto amargo e maciez; tempo de colheita para os atributos sensoriais sabor adstringente, gosto umami e maciez; tempo de armazenamento para todos os atributos; e, a interação dos tempos colheita*armazenamento para todos os atributos.

Para discussão da variação dos atributos sensoriais avaliados pelo método espectro foram testados modelos de regressão lineares e quadráticos, a 5 % de probabilidade. Ocorreu ajuste de modelo de regressão linear e se apresentaram com falta de ajuste não significativa e coeficientes de regressão e de determinação (R^2) significativos, conforme descritos nas sessões subsequentes.

Quadro 1. Resumo da ANOVA para os atributos sensoriais da batata palito.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	P(F)
Cor	P	11	83,26	
	CV	3	96,24	<0,0001
	TC	1	1,62	0,6982ns
	CV*TC	3	52,08	0,0026ns
	Res. (a)	269	10,77	
	TA	2	173,54	<0,0001
	CV*TA	6	0,62	0,0162
	TC*TA	2	31,84	<0,0001
	Res. (b)	566	0,23	
	Sabor adstringente	P	11	112,84
CV		3	2,21	0,6443ns
TC		1	21,65	0,0202
CV*TC		3	2,47	0,6005ns
Res. (a)		269	4,12	
TA		2	43,44	<0,0001
CV*TA		6	0,03	0,9669ns
TC*TA		2	0,32	0,1126
Res. (b)		566	0,15	

P = Proveedor; CV = Cultivar; TC = Tempo de colheita; TA = Tempo de armazenamento; Res. = Resíduo; ns = não significativo.

Quadro 1. Resumo da ANOVA para os atributos sensoriais da batata palito (continuação).

ATRIBUTO	FV	GL	QM	P(F)
Gosto amargo	P	11	162,24	
	CV	3,	30,48	0,0127
	TC	1	6,51	0,3765ns
	CV*TC	3	20,75	0,0597ns
	Res. (a)	269	8,29	
	TA	2	59,83	<0,0001
	CV*TA	6	0,67	0,0632
	TC*TA	2	16,77	<0,0001
	Res. (b)	566	0,33	
	Gosto umami	P	11	421,41
CV		3,	85,86	0,0003
TC		1	49,37	0,0523
CV*TC		3	24,81	0,1284ns
Res. (a)		269	13,95	
TA		2	537,12	<0,0001
CV*TA		6	1,84	0,1295ns
TC*TA		2	18,28	<0,0001
Res. (b)		566	1,11	
Textura macia		P	11	269,46
	CV	3,	85,86	0,0003
	TC	1	49,37	0,0523
	CV*TC	3	24,81	0,1284ns
	Res. (a)	269	12,99	
	TA	2	359,73	<0,0001
	CV*TA	6	6,22	<0,0001
	TC*TA	2	123,63	<0,0001
	Res. (b)	566	1,24	

P = Provador; CV = Cultivar; TC = Tempo de colheita; TA = Tempo de armazenamento; Res. = Resíduo; ns = não significativo.

3.1.3.1. Cor da batata frita palito

À intensidade sensorial da cor sob o efeito dos tempos de colheita e de armazenamento, foram ajustados modelos de regressão linear para as cultivares francesas e referência. E, apresentou coeficientes de regressão significativos com coeficiente de determinação $R^2 \geq 0,67$ (Tabela 8).

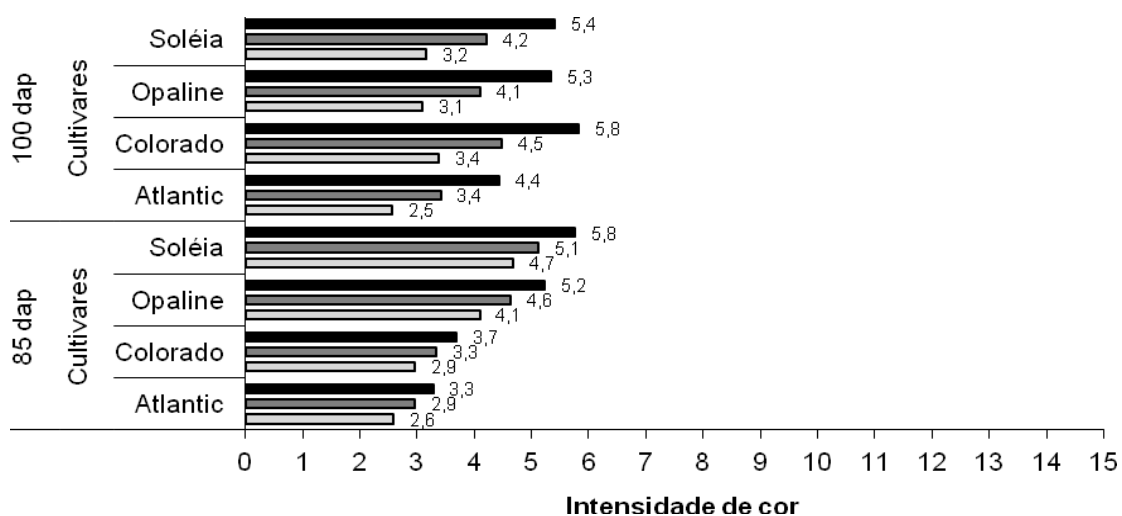
Tabela 8. Modelos de regressão da variação do atributo sensorial cor (C) nas cultivares de batata frita palito em função do tempo de colheita (TC) e do tempo de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	$C = -0,702 + 0,035TC + 0,029TA$	0,67	<0,0001
Colorado	$C = -2,853 + 0,068TC + 0,328TA$	0,70	<0,0001
Opaline	$C = 9,948 - 0,069TC - 0,119TA + 0,002TCTA$	0,97	<0,0001
Soléia	$C = 13,621 - 0,105TC - 0,137TA + 0,002TCTA$	0,91	<0,0001

As equações apresentadas na Tabela 8 indicam um progressivo escurecimento da cor das batatas fritas palito no armazenamento para as cultivares Atlantic e Colorado, e redução nas cultivares Opaline e Soléia. Este escurecimento observado na batata frita na cor acompanha o aumento nos níveis de açúcares redutores que ocorreram nos tubérculos armazenados em câmara fria.

Durante o armazenamento em câmara fria, as notas para cor das batatas fritas palitos variaram em média no tempo 0 dia de 2,5 (cv. Atlantic) a 4,7 (cv. Soléia); aos 22 dias variou de 2,9 (cv. Atlantic) a 5,1 (cv. Soléia); e, aos 44 dias variou entre 3,3 (cv. Atlantic) e 5,8 (cv. Soléia) da escala não-estruturada de 15 cm (Figura 2).

Este resultado pode ser devido ao aumento da quantidade de açúcares redutores que ocorreu durante o armazenamento dos tubérculos sob baixa temperatura, os quais são os principais fatores para o desenvolvimento da cor após a fritura.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 2. Variação de intensidade do atributo sensorial cor da batata frita na forma palito, durante o período de armazenamento refrigerado a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ de 44 dias pelo método espectro sensorial.

3.1.3.2. Sabor adstringente da batata frita

A variação dos escores para o sabor adstringente das batatas fritas nos diferentes tempos de armazenamento está resumida na Figura 3. De acordo com os dados do Quadro 1, para esse atributo sensorial não foi detectado efeito significativo da interação cultivar*tempo de colheita e cultivar*tempo de armazenamento ($p>0,05$). Entretanto, ocorreu efeito significativo ($p<0,05$) dos tempos de colheita, de armazenamento e da interação entre estes fatores. Com isso, foram ajustados modelos de regressão linear para as cultivares francesas e referência e coeficiente de determinação acima de $R^2 = 0,60$ (Tabela 9).

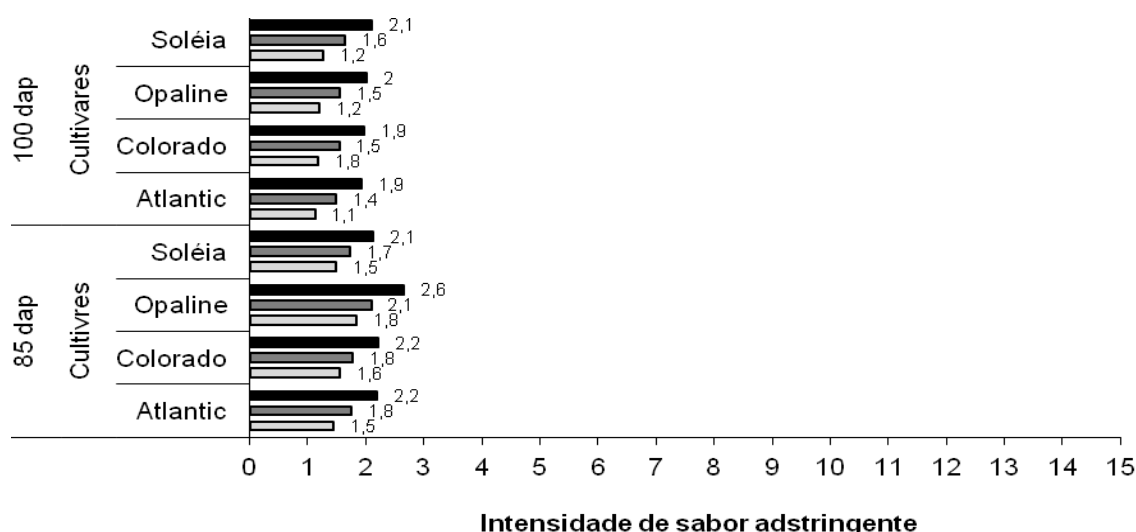
Tabela 9. Modelos de regressão da variação dos escores para o sabor adstringente (ADST) na batata frita palito em função do tempo de colheita (TC), tempo de armazenamento (TA) e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	ADST = 3,748 – 0,270 TC + 0,021 TA	0,63	0,0009
Colorado	ADST = 1,315 + 0,020 TA	0,55	0,0007
Opaline	ADST = 5,204 – 0,040 TC + 0,019 TA	0,90	<0,0001

Os escores da intensidade do sabor adstringente diminuíram entre os tempos de colheita e aumentaram entre os períodos de armazenamento entre todas as cultivares, porém a cv. Opaline é a que pode ocorrer maior aumento.

As médias dessa intensidade do sabor adstringente podem ser observadas na Figura 3. Na escala não estruturada de 15 cm, apresentou médias nos escores sensoriais que variaram de 1,1 (cv. Atlantic) a 2,6 (cv. Opaline). Isto indica que as cultivares francesas apresentou intensidade de sabor adstringente pouco perceptível pela equipe sensorial.

Esse atributo é desagradável ao paladar do consumidor e pode ter ocorrido devido à forma de armazenamento dos tubérculos antes de serem transportadas para o local das análises; isto é, luz natural e temperatura ambiente no galpão por sete dias. Este fato favorece a formação de compostos glicoalcalóides, sendo esses os principais responsáveis pela adstringência do alimento, que continua a ocorrer mesmo sob refrigeração, porém de forma mais lenta (TAYLOR *et al.*, 2004).



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 3. Variação de intensidade do atributo sensorial adstringência da batata frita na forma palito, durante o período de armazenamento refrigerado a 5 °C ± 4 °C de 44 dias pelo método espectro sensorial.

3.1.3.3. Gosto amargo da batata frita

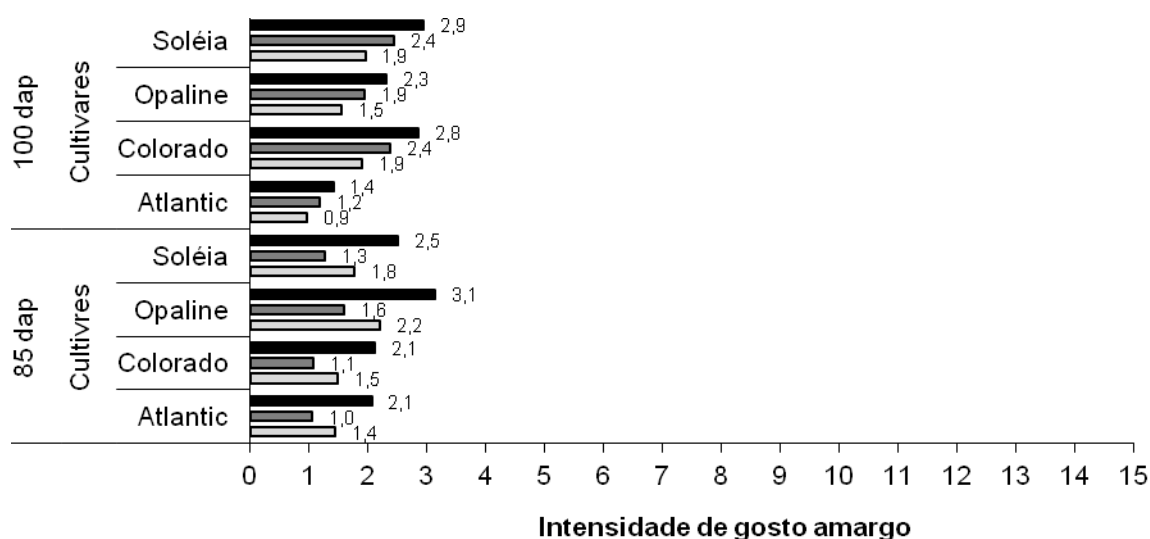
Os modelos de regressão linear ou quadrática não foram ajustados para as cultivares Atlantic, Colorado e Opaline para explicar a variação dos escores para o gosto amargo sob

o efeito do tempo de armazenamento. A cultivar Opaline tendeu a aumentar a intensidade, sendo quadrática a ocorrência dessa variação e apresentou modelos de regressão com falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos, e coeficiente de determinação $R^2 = 0,66$ (Tabela 10).

Tabela 10. Modelo de regressão da variação do atributo sensorial gosto amargo (AMG) na batata frita em função do tempo de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Opaline	$AMG = 1,868 - 0,0028 TA + 0,001 TA^2$	0,66	0,0134

A variação do atributo gosto amargo das batatas fritas nos diferentes tempos de armazenamento pode ser observado na Figura 4.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 4. Variação de intensidade do atributo sensorial gosto amargo da batata frita na forma palito, durante o período de armazenamento refrigerado a $5\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ de 44 dias pelo método espectro sensorial.

A intensidade do gosto amargo apresentou (na escala não estruturada de 15 cm), escores sensoriais que variaram ao 0 dia entre 0,9 (cv. Atlantic) a 2,20 (cv. Opaline); aos 22 dias entre 1,0 (cv. Atlantic) a 2,4 (cv. Colorado); 44 dias entre 1,4 (cv. Atlantic) a 3,1 (cv. Opaline). A ocorrência deste atributo está relacionada com o teor de açúcares redutores e as enzimas polifenoloxidas. A ação dessas enzimas irá acarretar também no escurecimento do tubérculo, na perda da qualidade nutricional, proporcionando modificações no sabor (FREITAS *et al.*, 2006; PASTORINI *et al.*, 2003; ZORZELLA *et al.*,

2003;). Outro fator que contribui para a formação do gosto amargo é a presença de glicocalcóides nos tubérculos (TAYLOR *et al.*, 2004).

ZORZELLA *et al.* (2003), ao avaliarem o teor de açúcares redutores dos genótipos de batatas encontraram correlações positivas entre o teor de açúcares redutores dos genótipos de batatas e o gosto amargo de batata frita. MACHADO *et al.* (2005) avaliaram a aptidão culinária de seis cultivares de batatas pela análise descritiva para o atributo gosto amargo, o qual apresentou variação de 0,31 a 3,93 na escala não estruturada de 9 cm.

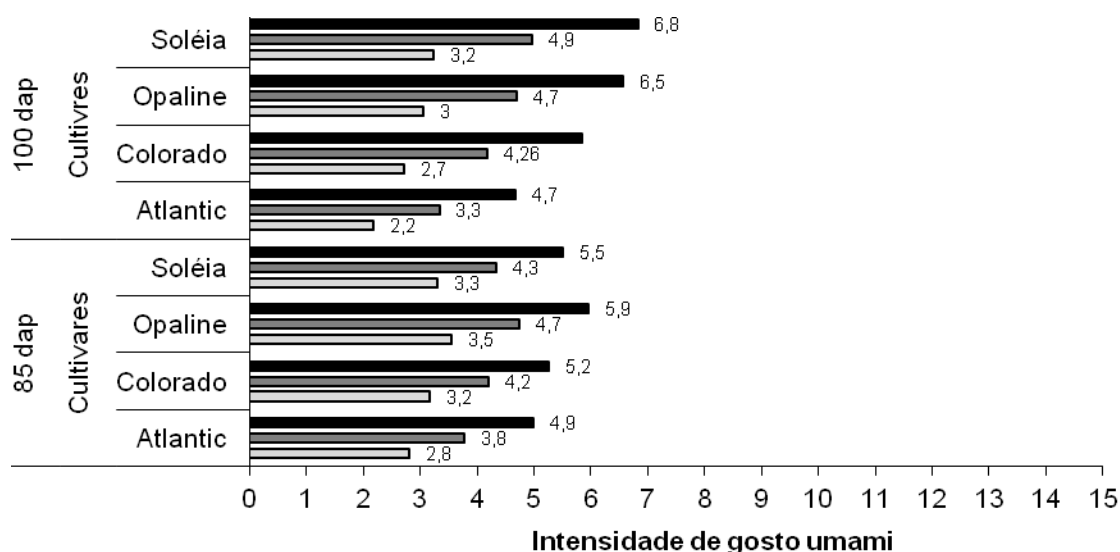
3.1.3.4. Gosto umami da batata frita

Os modelos de regressão linear ou quadrática não foram ajustados para as cultivares Opaline e Soléia para explicar a intensidade sensorial do gosto umami sob o efeito do tempo de colheita e armazenamento. As cultivares Atlantic e Colorado tenderam a aumentar a intensidade, sendo linear a ocorrência dessa variação e apresentou modelos de regressão com falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos, e elevados coeficientes de determinação ($R^2 > 0,93$) (Tabela 11).

Tabela 11. Modelo de regressão da variação do atributo sensorial gosto umami (U) na batata frita das cultivares em função do tempo de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	$U = 2,452 + 0,053 TA$	0,80	<0,0001
Colorado	$U = 2,923 + 0,054 TA$	0,78	<0,0001

As médias de escores do gosto umami das batatas fritas nos diferentes tempos de armazenamento pode ser observado na Figura 5. Observa-se que os provadores identificaram uma relevante percepção do atributo sensorial gosto umami abrangendo na escala não estrutura de 15 cm uma faixa de 2,2 (cv. Atlantic) a 6,8 (cv. Soléia). E, durante o armazenamento (Tabela 11) a intensidade do gosto umami aumenta nas cultivares Atlantic e Colorado, e verifica-se que a intensidade é maior na cultivar Colorado.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 5. Variação de intensidade do atributo sensorial gosto umami da batata frita na forma palito, durante o período de armazenamento refrigerado a $5\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ de 44 dias pelo método espectro sensorial.

O sabor da batata é em grande parte devido aos níveis de compostos umami que se desenvolvem em tubérculos cozidos. De acordo com HALPERN (2000) e MORRIS *et al.* (2007), a produção de guanosina 5'-monofosfato (5'GMP), intensifica com a maturidade do tubérculo e com o tempo de armazenamento, contribuindo para o aumento na percepção do gosto umami, justificando portanto, o aumento da percepção desse gosto à medida em que se aumentou o período para a colheita dos tubérculos e, ou os dias de armazenamento.

3.1.3.5. Maciez da batata frita

A textura é um dos atributos de qualidade mais importantes nos tubérculos de batata. Ela afeta a preferência dos consumidores e também influencia na liberação de componentes voláteis durante a mastigação.

A textura foi avaliada sensorialmente por meio da maciez dos palitos de batata frita. Esse atributo sensorial tendeu a aumentar a intensidade entre os períodos armazenamento (0, 22 e 44 dias), sendo linear a ocorrência dessa variação. As cvs. Colorado e Opaline apresentaram modelos de regressão com falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos, e elevados coeficientes de determinação ($R^2 = 0,80$) (Tabela 12).

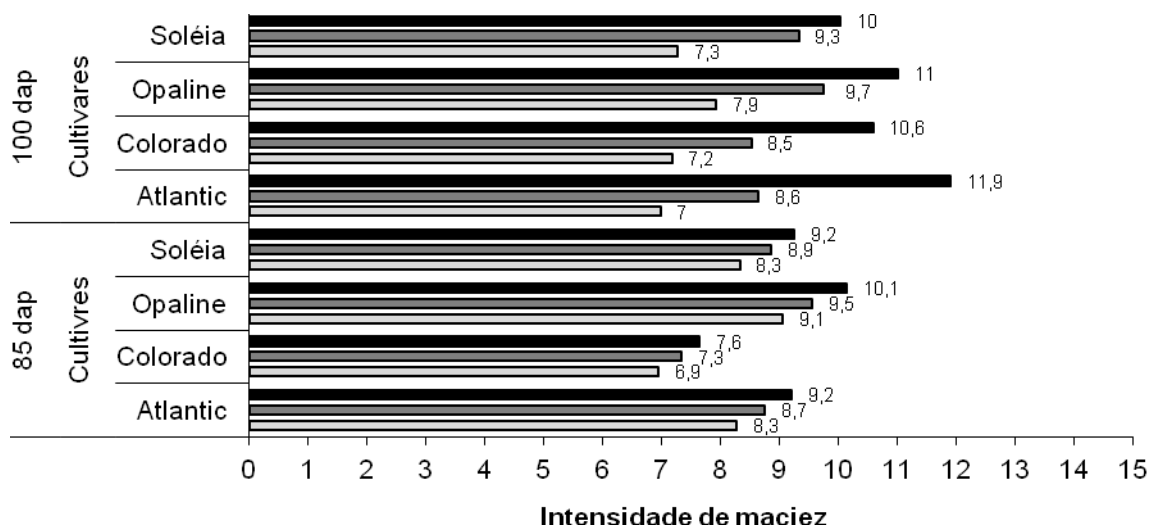
Já, nas cultivares Atlantic, Colorado e Soléia nenhum modelo de regressão linear ou quadrático foi ajustado para o efeito de armazenamento sobre a maciez sensorial.

Tabela 12. Modelos de regressão da variação do atributo sensorial maciez (MAC) na batata frita das cultivares em função do tempo de armazenamento (TA) e do tempo de colheita (TC), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R²	P(F)
Opaline	MAC = 8,525 + 0,048 TA	0,80	0,0003
Soléia	MAC = 13,136 – 0,057 TC – 0,023 TA + 0,003 TCTA	0,79	<0,0001

Na bata frita da cv. Colorado ocorreu aumento na textura durante o tempo de colheita e, diminuiu, ao longo do armazenamento. Já para cv. Opaline observou-se um aumento da textura durante o armazenamento, em que pode ocorrer brotamento dos tubérculos conduzindo a uma rápida transferência de matéria seca e água da massa para o broto e, como consequência, a perda de massa. Essas perdas podem ser reduzidas em temperaturas de refrigeração (5 °C a 15 °C) (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Outro fator pode ser o aumento do amolecimento do tecido dos tubérculos sendo resultante de dois eventos: a desintegração das membranas celulares, de degradação e de componentes celulares, principalmente amido, pectina e hemicelulose (AGBLOR e SCANLON, 2002).

Na Figura 6 pode ser observada a intensidade do atributo sensorial maciez da batata frita durante o período de armazenamento. A textura foi avaliada por meio da escala não estruturada de 15 cm, tendo apresentado escores mais elevados em relação aos outros atributos estudados neste trabalho, abrangendo uma faixa de 7 a 12.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 6. Variação da intensidade sensorial da maciez da batata frita na forma palito, durante o armazenamento refrigerado a $5\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ por 44 dias pelo método espectro sensorial.

3.1.4. Avaliação sensorial da batata frita na forma *chips*

De acordo com a análise de variância (Quadro 2) dos escores sensoriais para batata *chips* foi detectado efeito significativo ($p < 0,05$) para as fontes de variação: interação cultivar*tempo de armazenamento para os atributos adstringência e crocância; interação dos tempos de colheita e armazenamento para todos os atributos sensoriais. Assim, para discussão da variação dos atributos sensoriais avaliados pelo método espectro foram testados modelos de regressão lineares e quadráticos a 5 % de probabilidade.

Quadro 2. Resumo da ANOVA para os atributos sensoriais para batata *chips*.

ATRIBUTO	FV	GL	QM	P(F)
Cor	P	11	85,75	
	CV	1	2,96	0,6773ns
	TC	1	340,27	<0,0001
	CV*TC	1	0,68	0,8415ns
	Res. (a)	129	17,05	
	TA	2	181,49	<0,0001
	CV*TA	2	0,16	0,9386 ns
	TC*TA	2	61,77	<0,0001
	Res. (b)	282	4,52	
	Adstringente	P	11	50,00
CV		1	15,48	0,0524
TC		1	92,96	<0,0001
CV*TC		1	0,78	0,6603ns
Res. (a)		129	4,04	
TA		2	6,60	<0,0001
CV*TA		2	0,29	0,0491
TC*TA		2	3,09	<0,0001
Res. (b)		282	0,10	
Amargo		P	11	101,25
	CV	1	36,11	0,0517
	TC	1	89,74	0,0024
	CV*TC	1	5,58	0,4416ns
	Res. (a)	129	9,37	
	TA	2	20,28	<0,0001
	CV*TA	2	0,41	0,0883ns
	TC*TA	2	1,00	0,0028
	Res. (b)	282	0,17	
	Umami	P	11	292,88
CV		1	4,85	0,4250ns
TC		1	86,58	0,0010
CV*TC		1	3,03	0,5282ns
Res. (a)		129	7,58	
TA		2	90,71	<0,0001
CV*TA		2	0,66	0,5549ns
TC*TA		2	14,04	<0,0001
Res. (b)		282	1,12	

P = Provador; CV = Cultivar; TC = Tempo de colheita; TA = Tempo de armazenamento; Res. = Resíduo; ns = não significativo.

Quadro 2. Resumo da ANOVA para os atributos sensoriais para batata chips (continuação).

ATRIBUTO	FV	GL	QM	P(F)
Crocância	P	11	41,63	
	CV	1	1,67	0,6153ns
	TC	1	79,82	0,0007
	CV*TC	1	6,19	0,3348ns
	Res. (a)	129	6,60	
	TA	2	58,05	<0,0001
	CV*TA	2	0,99	0,0594
	TC*TA	2	19,45	<0,0001
	Res. (b)	282	0,99	

P = Provador; CV = Cultivar; TC = Tempo de colheita; TA = Tempo de armazenamento; Res. = Resíduo; ns = não significativo.

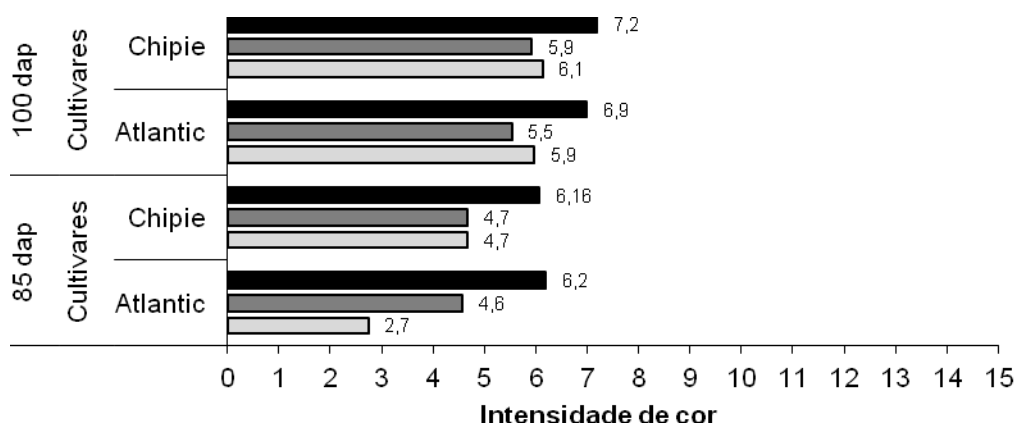
3.1.4.1. Cor de batatas chips

A intensidade sensorial da cor de batatas *chips* sob o efeito dos tempos de colheita e de armazenamento foi ajustado modelo de regressão linear somente para cv. Atlantic (referência). Sendo assim apresentou modelo de regressão com falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos, e coeficiente de determinação $R^2 = 0,62$, mostrando na Tabela 13. Ainda, observa-se que há aumento da intensidade de cor ao longo dos tempos de colheita e de armazenamento, ocorrendo com maior intensidade com o tempo de colheita. E, para cv. Chipie não ocorreu ajuste de regressão.

Tabela 13. Modelos de regressão da variação da cor sensorial de batata chips em função do tempo de colheita (TC) e tempo de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	$COR = - 7,210 + 0,123 TC + 0,055 TA$	0,62	<,0001

Na Figura 7 observa-se a variação da intensidade do atributo sensorial cor das fatias de batata chips durante o período de armazenamento dos tubérculos. Verifica-se semelhança entre as cvs. Atlantic e Chipie avaliadas pelos julgadores da equipe sensorial. As cultivares francesas estudadas apresentaram variação no atributo cor, com escores entre 2,7 e 7,2 na escala não-estruturada de 15 cm.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 7. Variação de intensidade do atributo sensorial cor da batata frita na forma *chip*, durante o período de armazenamento refrigerado a $5\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$ por 44 dias, pelo método espectro sensorial.

Verificou-se que aos 44 dias de armazenamento das batatas, as fritas receberam notas mais altas. De acordo estudos de PAVILISTA E OJALA (1997), ZORZELLA *et al.* (2003) e BACARIN (2005) o escurecimento das batatas fritas ocorre devido o aumento de açúcares redutores nos tubérculos ao longo do armazenamento sob refrigeração ou, é ocasionado pela espessura da fatia, uma vez que, aumentará a superfície de contato com o óleo de fritura.

3.1.4.2. Sabor adstringente de batatas *chips*

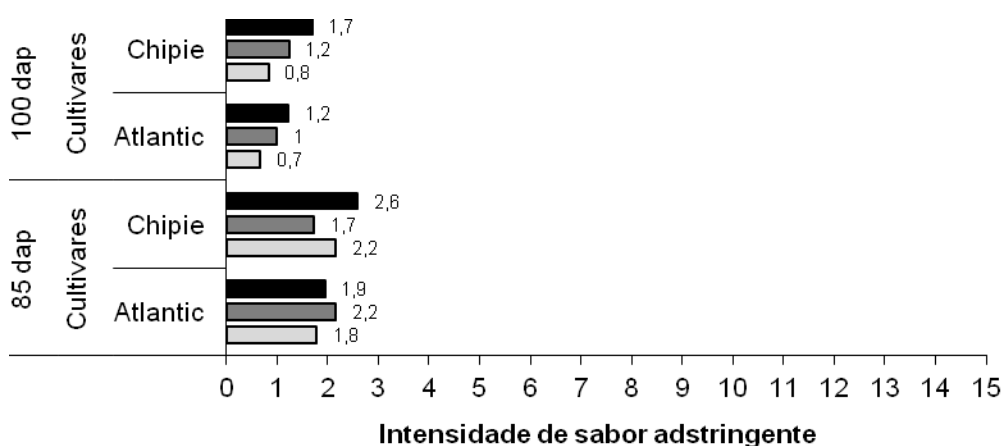
Os dados apresentados no Quadro 2, para sabor adstringente, apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) dos efeitos principais e das interações de cultivares e tempo de armazenamento. Então, foram ajustados modelos de regressão linear para cvs. Atlantic (referência) e Chipie, que apresentaram falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos, e coeficiente de determinação $R^2 > 0,75$ (Tabela 14).

Tabela 14. Modelos de regressão da variação do atributo sabor adstringente nas batatas fritas em função dos tempos de colheita (TC) e de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	ADST = 8,319 – 0,077TC – 0,139TA + 0,002TCTA	0,76	<0,0001
Chipie	ADST = 7,178 – 0,062 TC + 0,015 TA	0,81	<0,0001

Verificou-se que, em geral, ocorreu aumento da intensidade do gosto adstringente nos *chips* com aumento do tempo de armazenamento para cvs. Atlantic e Chipie. E, ocorreu redução da intensidade deste atributo com o tempo de colheita.

Em geral, as médias da intensidade do gosto adstringente (Figura 8) durante o período de armazenamento dos tubérculos de 22 e 44 dias foram semelhantes entre as cvs. Atlantic e Soléia, como percebidas pelos julgadores da equipe sensorial. As cultivares francesas estudadas apresentaram baixos escores médios, para este atributo sensorial, variando entre 0,7 e 2,2 na escala não-estruturada de 15 cm, conforme apresentado na Figura 8.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 8. Variação de intensidade do atributo sensorial adstringência da batata frita na forma *chips*, durante o armazenamento refrigerado a 5 °C ± 4 °C por 44 dias, pelo método espectro sensorial.

3.1.4.3. Gosto amargo de batatas *chips*

Para o atributo gosto amargo em batatas *chips* foi detectado efeito significativo ($p < 0,05$) das interações cultivar*tempo de armazenamento e tempo de colheita*tempo de armazenamento (Quadro 2), apresentando falta de ajuste da regressão linear significativa, porem muito pequena, menor do que 10 % ($p < 0,05$).

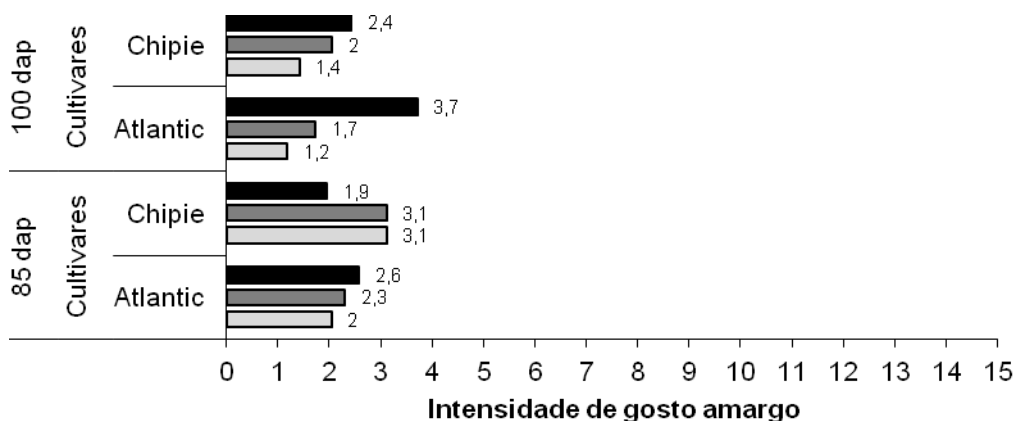
Tabela 15. Modelos de regressão da variação do atributo gosto amargo da batata frita em função dos tempos de armazenamento (TA) e de colheita (TC), e seus respectivos coeficientes de determinação (R²) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R ²	P(F)
Atlantic	AMG = 7,154 – 0,060 TC – 0,089 TA + 0,00119 TCTA	0,82	<0,0001
Chipie	AMG = 9,153 – 0,076 TC + 0,019 TA	0,93	<0,0001

De acordo com os dados apresentados na Tabela 15 observa-se que houve redução na percepção do gosto amargo ao longo do armazenamento e período de colheita para Cv. Atlantic; e, que este diminui entre os períodos de colheita e aumenta durante o armazenamento para a cv. Chipie.

As batatas das cvs. Atlantic e Chipie avaliadas pelos julgadores da equipe sensorial apresentaram escores médios de gosto amargo que variaram entre 1,2 e 3,7, mostrado na Figura 9. Isto indica que, em relação ao tempo de armazenamento cada cultivar teve escores semelhantes, e entre períodos de colheita ocorreu o decréscimo dos escores.

COELHO *et al.* (1999), FELTRAN *et al.* (2004) e ZORZELLA *et al.* (2003) afirmam que o gosto amargo em batatas fritas pode estar relacionado com o teor de açúcares redutores, fenóis totais, enzimas polifenoloxidas e teor de lipídios, e também, resultam na produção de *chips* de cor escura.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
Tempo de armazenamento: □ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 9. Variação da intensidade do gosto amargo da batata frita na forma *chips*, durante o armazenamento refrigerado a 5 °C ± 4 °C por 44 dias, pelo método espectro sensorial.

3.1.4.4. Gosto umami de batatas *chips*

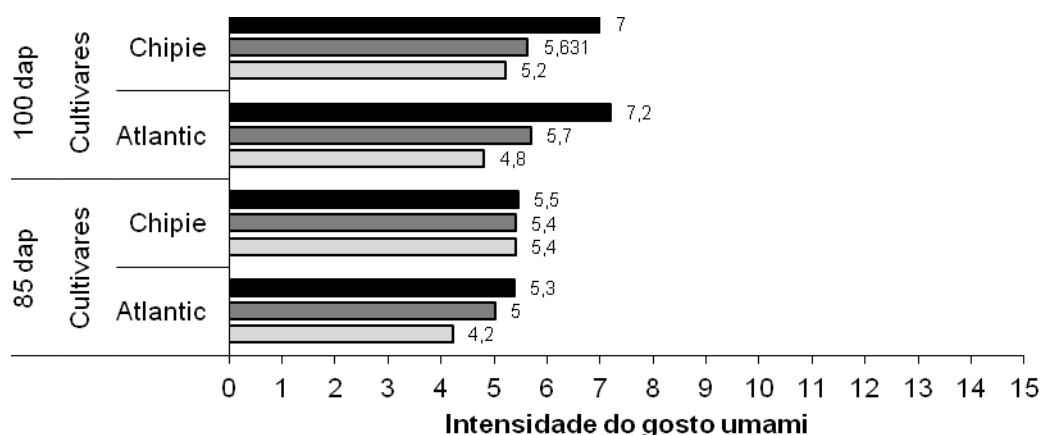
Considerando que neste estudo a intensidade do gosto umami observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) nos tempos de armazenamento e colheita para a cv. Atlantic foi gerado modelo de regressão para prever a tendência da intensidade do atributo em relação aos períodos. Tal equação está descrita na Tabela 16.

O modelo apresentou falta de ajuste não significativo, coeficientes de regressão significativa e coeficiente de determinação $R^2 = 0,56$, indicando que ele pode prever o comportamento das respostas dentro de variação do estudo.

Tabela 16. Modelos de regressão da variação do atributo gosto umami em batatas *chips* em função dos tempos de colheita (TC) e de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	$U = - 3,450 + 0,088 \text{ TC} + 0,0366 \text{ TA}$	0,56	0,0009

A regressão linear mostra que o gosto umami da batata *chips* da cv. Atlantic aumenta com os tempos de colheita e de armazenamento. Isto pode ser visto na Figura 10, em que as médias dos escores da percepção do atributo sensorial pelos provadores variaram de 4,2 a 7,2 na escala não estruturada de 15 cm. A cultivar Chipie apresentaram semelhanças nos escores, no entanto, pode-se inferir que não ocorreu alteração perceptível do gosto umami pelos julgadores ao longo do armazenamento.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio

Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 10. Variação da intensidade do gosto umami da batata *chips*, durante o armazenamento refrigerado a $5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 4 \text{ }^\circ\text{C}$, por 44 dias, pelo método espectro sensorial.

3.1.4.5. Crocância da batata *chips*

De acordo com os dados apresentados no Quadro 2, foi detectado efeito significativo ($P < 0,05$) nos tempos de colheita, armazenamento e interação nos escores sensoriais para crocância. Os modelos de regressão linear com falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos ($p < 0,08$), e elevados coeficientes de determinação ($R^2 > 0,95$) para as cultivares Atlantic e Chipie estão apresentados na Tabela 17.

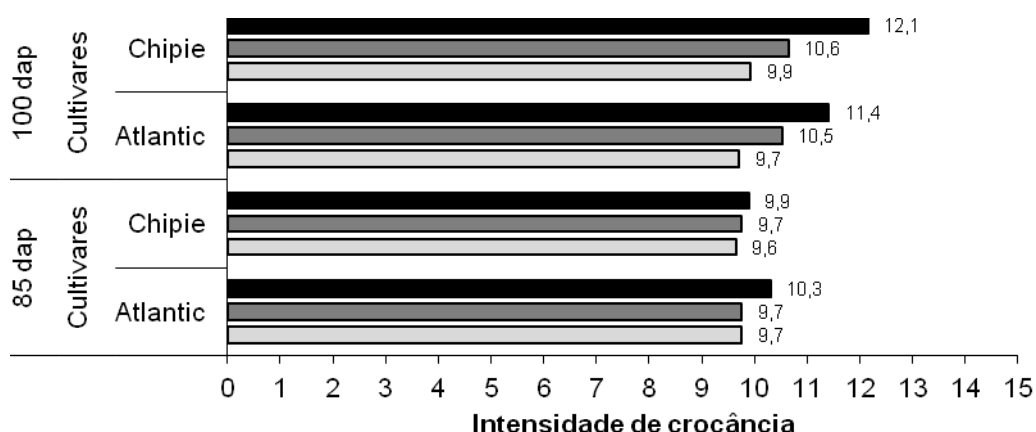
Tabela 17. Modelos de regressão da variação dos escores para crocância (CROC) das batatas chips em função dos tempos de colheita (TC) e de armazenamento (TA), e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade de F.

Cultivar	Modelo	R^2	P(F)
Atlantic	$CROC = 3,503 + 0,0623 TC + 0,036 TA$	0,99	0,0012
Chipie	$CROC = 8,128 + 0,017 TC - 0,208 TA + 0,003 TCTA$	0,96	<0,0001

De acordo com os modelos lineares, ocorreu aumento nos escores de crocância nos *chips* em relação ao tempo de colheita, sendo o efeito maior na cv. Atlantic (referência). As batatas *chips* da cv. Chipie apresentaram redução da intensidade de crocância com o tempo de armazenamento dos tubérculos.

Este resultado pode estar relacionado com a especificidade da aptidão culinária (fritura) das cultivares francesas e ao alto teor de matéria seca, como visto no capítulo 1 deste trabalho. O alto teor de matéria seca proporciona redução na absorção de óleo. Porém, se a matéria seca estiver muito alta ($> 25\%$), os *chips* poderão apresentar textura dura. Além disso, a textura também depende principalmente da composição de amido, lignina, proteína e nitrogênio (KITA, 2002).

Observando as médias dos escores para crocância (Figura 11) avaliadas pelos julgadores da equipe sensorial houve variação entre 9,6 e 12,1 na escala não estruturada de 15 cm.



Legenda: dap = colheita nos dias após plantio
 Tempo de armazenamento: ■ 0 dap ■ 22 dap e ■ 44 dap

Figura 11. Variação de intensidade do atributo crocância da batata frita na forma *chips*, durante o armazenamento refrigerado a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 44 dias, pelo método espectro sensorial.

3.2. Aceitação sensorial das batatas fritas

Os valores médios e desvios padrão obtidos no teste de aceitação com consumidores de batata frita palito pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18. Resultados médios (n=124) e desvio padrão da avaliação da aceitabilidade sensorial de batata frita palito, para os atributos sensoriais impressão global e sabor.

Cultivar	Impressão global	Sabor
Atlantic (referência)	4,6 ± 1,5	5,4 ± 1,4
Colorado	5,7 ± 1,4*	5,7 ± 1,6
Opaline	5,4 ± 1,3*	6,6 ± 1,4*
Soléia	4,4 ± 1,8	5,0 ± 1,6

*Médias diferiram da referência ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste Dunnett.

Na Tabela 18, os escores atribuídos às cultivares francesas Colorado e Opaline, apresentaram melhores resultados em relação à impressão global e sabor, quando comparadas com a cv. Atlantic, que é a cultivar referência. Essas cultivares, para a impressão global, ficou alocadas entre os escores “indiferente” e “gostei ligeiramente”, enquanto que a cv. Atlantic ficou alocada entre os escores “desgostei ligeiramente” e “nem gostei / nem desgostei”. Para o atributo sabor, a cv. Opaline apresentou escore diferente e

maior quando comparado ao escore da cultivar referência, e ficou alocada entre os escores “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”,

Os valores dos escores abaixo ou próximo de 6 da batata frita palito pode ter ocorrido devido ao fato de os consumidores compararem as amostras com a batata processada industrialmente, que apresentam-se mais “secas” em razão do pré-tratamento térmico ao qual elas são submetidas.

Os valores médios e desvios padrão obtidos no teste de aceitação com consumidores de batata frita *chips* pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 19. Resultados médios (n=124) e desvio padrão dos escores da avaliação da aceitabilidade sensorial de *chips* de batata.

Cultivar	Impressão global	Crocância	Sabor
Atlantic	8,5 ± 0,6	7,5 ± 0,8	8,5 ± 0,5
Chipie	8,5 ± 0,5	7,6 ± 0,8	8,5 ± 0,5

Para *chips* de batata as cultivares Atlantic e Chipie não diferiram ($p < 0,05$) quanto aos atributos sensoriais impressão global, crocância e sabor.

Os *chips* de batata avaliados apresentaram aceitação média alocada entre as categorias hedônicas “gostei muitíssimo” e “gostei moderadamente”. Dentre os três atributos impressão global, crocância e sabor, a crocância obteve a menor média. A exposição à temperatura ambiente e umidade do ar podem ter contribuído para a alteração dessa característica no produto.

Os resultados físico-químicos demonstraram que as amostras são semelhantes para os períodos de colheita. Com isso, os consumidores também não observaram alterações no seu sabor. Sendo assim, os tubérculos das cultivares francesas podem ser usados na indústria de processamento de batatas fritas devido ao alto rendimento e boa aceitação dos consumidores.

4. CONCLUSÕES

Os tubérculos das cultivares francesas podem ser recomendados para cocção por fritura. Ocorreu variação nos escores sensoriais, tanto para batata palito quanto para *chips*, em função dos tempos de colheita e de armazenamento.

As batatas fritas palito das cultivares Colorado, Opaline e Soléia não obtiveram boa aceitação no teste sensorial. Para batata *chips*, os tubérculos da cultivar francesa Chipie se destacou em relação às demais, apresentando melhor aceitação em todos os atributos avaliados. Em relação a cultivar Atlantic, as amostras tiveram escores semelhantes, embora os tubérculos dessa cultivar não sejam usados como referência para batata *chips*, mas é uma das cultivares mais utilizada nas indústrias de processamento.

Os tubérculos de batatas francesas possuem alto potencial para serem inseridas no mercado nacional, diante de uso específico das cultivares para fritura. Contudo, ainda são necessários mais estudos para melhoria da aceitabilidade sensorial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGBLOR, A.; SCANLON, M. G. Effect of storage period, cultivar and two growing locations on the processing quality of french fried potatoes. **American Journal of Potato**, 2002, v. 79, 167-172p.

BACARIN, M.A.; FERREIRA, L.S.; DEUNER, S; BERVALD, C.M.P.; ZANATTA, E.R.; LOPES, N.F. Carboidratos não estruturais em tubérculos de batata reconicionados após o armazenamento sob diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 799-804, 2005.

CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutas e hortaliça, fisiologia e manuseio**. Ed. UFLA, Lavras, MG, 2005.

COELHO, A.H.R. et al. Qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.) para fritura, em função dos níveis de açúcares redutores e amido, durante o armazenamento refrigerado e à temperatura ambiente com atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.4, p.899-910, 1999.

DELLALÚCIA, F. **Avaliação físico-química e sensorial de leite U.A.T. (ultra alta temperatura) produzido no Brasil e na Argentina**. Dissertação de mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999. 72p.

FELTRAN, J. C.; LEMOS, L. B.; VIEITES, R. L. Technological quality and Utilization of potato tubers. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 61, n. 6. p. 598-603, nov./dez. 2004.

FREITAS, S. T. *et al.* Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e o outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.26, n.1, p. 80-85, 2006.

GACULA, M. C. (1997). *Descriptive sensory analysis in practice*. Trumbull,CT: Food and Nutrition Press.

HALPERN, B.P. Glutamate and the flavor of foods. **Journal of Nutrition**. 130: 910s–914p. 2000.

KITA, A. 2002. The influence of potato chemical composition on crisp texture. **Food Chemistry** 76: 173–179.

MACHADO, C.M.M; MELO, P.E.R.; SOUSA, M. D.; MENDES, E.T.L.R.; BRUNE,S. Aptidão culinária de cultivares de batata determinada por análise sensorial. Disponível em: <www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/.../46_0568.pdf> Acesso em: 22 jan. 2010.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V. and CARR, B.T. Spectrum: terminology for descriptive analysis. In: **Sensory Evaluation Techniques**, Second Edition, pp. 162-172, CRC Press, Boca Raton, Florida. 1991.

MINIM, V.P.R.; DANTAS, M.I.S. Avaliação sensorial de produtos minimamente processados. In: III Encontro Nacional sobre processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. **Palestras**. Universidade federal de Viçosa. Viçosa 2004.

MORRIS, W. L.; ROSS, H. R. A.; DUCREUX, L. J. M.; BRADSHAW, J. E.; BRYAN, G. J.; TAYLOR, M. A. Umami compounds are a determinant of the flavour of potato (*Solanum tuberosum* L.). **Journal Agricultural and Food Chemistry**. v. 55, p. 9627–9633, 2007.

MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V. The Spectrum descriptive analysis method. In: HOOTMAN, R.C. (Ed.) **Manual on Descriptive Analysis Testing for Sensory Evaluation**. ASTM Manual Series: MNL 13, 1992. Cap. 3, p. 22-34.

PASTORINI, L. H. *et al.* Produção e teor de carboidratos não estruturais em tubérculos de batata obtidos em duas épocas de plantio. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n.4, p. 660-665, 2003.

PAVILISTA, A.D.; OJALA, J.C.. Potatoes: Chip end French Fry Processing. *Processing Vegetables: Science and Technology*. 1997, p.237-283.

POWERS, J.J.; CENCIARELLI, S. SCHINOLSER, E. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, v. 24, n.4, p.469, 1984.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Descriptive analysis. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. Elsevier Academic Press. 3ª Ed., Cap. 6, 1985. 394 p.

TAYLOR, M. A.; MCDUGALL, G. J.; STEWART, D. **Potato Flavour and Texture**. 525-540p. 2004.

TEIXEIRA, E. C. L.B, BARBETTA, P. A.; MEINRET, E. M.; **Análise sensorial de alimentos**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.1987.

CONCLUSÕES GERAIS

Neste estudo, foi apresentada a necessidade de fornecer tubérculos de cultivares francesas de batatas para melhor desempenho econômico para obter mudança de conceitos entre produtores e consumidores, a fim de favorecer a segmentação no mercado brasileiro. Considerando os aspectos de interesse do produtor e do mercado consumidor as cultivares Chipie, Colorado, Opaline e Soléia são recomendadas para atender o mercado de batata processada na forma de fritura.

No Capítulo 3, ao investigar as características físico-químicas dos tubérculos concluiu-se que o tempo de colheita não influencia nos parâmetros (tamanho, açúcares redutores, matéria seca), mas, há alterações durante o tempo de armazenamento.

Nos testes sensoriais, por meio da análise descritiva aplicada no Capítulo 3, ocorreram alterações nas características sensoriais nos tempos de colheita e armazenamento das batatas fritas, mas essas alterações não influenciaram na aceitação do produto.

Nos testes sensoriais de aceitação concluiu-se que as batatas de cultivares francesas recomendadas para fritura: Colorado, obteve bons resultados principalmente para atributo impressão global; Opaline, foi bem avaliada em impressão global e sabor; por fim, Chipie, que também, recebeu ótimo resultado em crocância e sabor.

Mais pesquisas são necessárias para elucidar o melhor tempo de armazenamento dos tubérculos das cultivares francesas para atender o mercado industrial.

ANEXO

ANEXO 1. Modelo de ficha resposta utilizada no teste de aceitação – escala hedônica de nove pontos.

Teste de aceitação – Batata frita <i>chips</i>		
Nome: _____	Data: ___ / ___ / ___	
Prove cada uma das amostras codificadas, da esquerda para direita, e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra. Enxágüe a boca após as avaliações e espere trinta segundos.		
9 – Gostei muitíssimo	N° DA AMOSTRA	N° DA AMOSTRA
8 – Gostei muito	_____	_____
7 – Gostei moderadamente		
6 – Gostei ligeiramente		
5 – Nem gostei / nem desgostei	_____ Aparência	_____ Aparência
4 – Desgostei ligeiramente	_____ Crocância	_____ Crocância
3 – Desgostei moderadamente	_____ Sabor	_____ Sabor
2 – Desgostei muito		
1 – Desgostei muitíssimo		

Teste de aceitação – Batata frita palito		
Nome: _____	Data: ___ / ___ / ___	
Prove cada uma das amostras codificadas, da esquerda para direita, e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra. Enxágüe a boca após as avaliações e espere trinta segundos.		
9 – Gostei muitíssimo	N° DA AMOSTRA	N° DA AMOSTRA
8 – Gostei muito	_____	_____
7 – Gostei moderadamente		
6 – Gostei ligeiramente		
5 – Nem gostei / nem desgostei	_____ Aparência	_____ Aparência
4 – Desgostei ligeiramente		
3 – Desgostei moderadamente	_____ Sabor	_____ Sabor
2 – Desgostei muito		
1 – Desgostei muitíssimo		