

**INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO NA
PRODUÇÃO DE FARINHA DE BATATA
(*Solanum tuberosum* L.) UTILIZANDO
SECADOR SOLAR TIPO TÚNEL**

DANIELA CAETANO

2005

DANIELA CAETANO

**INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO NA PRODUÇÃO DE
FARINHA DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)
UTILIZANDO SECADOR SOLAR TIPO TÚNEL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Joelma Pereira

LAVRAS

BRASIL

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Caetano, Daniela

Inibição do escurecimento na produção de farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.) utilizando secador solar tipo túnel / Daniela Caetano. – Lavras : UFLA, 2005.

96 p. : il.

Orientadora: Joelma Pereira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Secagem. 2. Farinha de batata. 3. Escurecimento enzimático. 4. Branqueamento. 5. Bissulfito de sódio. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-641.6521

-664.72272

DANIELA CAETANO

**INIBIÇÃO DO ESCURECIMENTO NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE
BATATA (*Solanum tuberosum* L.) UTILIZANDO SECADOR SOLAR
TIPO TÚNEL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 17 de Janeiro de 2005

Prof. Dr. Luís Gonzaga de Araújo

UNIMONTES

Pesq. PhD. Carlos W. P. de Carvalho

EMBRAPA-CTAA

Prof. Dr. Júlio S. S. Bueno Filho

UFLA


Profa. Dra. Joelma Pereira
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A meus pais, Divino e Eni, minha inspiração profissional e pessoal, exemplos de amor, humanidade, generosidade, caráter e conquistas.

A meus irmãos, Evandro, Elissandro, Eliandro e Maria, cunhadas Márcia, Mara e Marcilene; sobrinhos, Amanda, Elissandro, Leandro e Henrique, pelo exemplo de perseverança e garra, sempre me aconselhando a correr atrás de meus objetivos e ser feliz.

OFEREÇO

Aos meus alunos e amigos da EAF- Salinas, que me impulsionaram quando tudo parecia impossível.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela infra-estrutura e oportunidade de realização deste trabalho.

A Escola Agrotécnica Federal de Salinas, por ter confiado e acreditado nesta realização.

À Profa. Dra. Joelma Pereira, pela orientação, dedicação e amizade. Sua confiança e perseverança foram essenciais para a realização deste projeto.

À Profa. Dra. Fabiana Queiroz Ferrua, pela co-orientação, atenção, disposição e pelos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Luis Gonzaga de Araújo, pela ajuda inigualável durante toda a condução do experimento, pelo entusiasmo, dedicação, amizade e por estar sempre disponível.

Ao Prof. Dr. Júlio Silvio de Sousa Bueno Filho, pela co-orientação, pelas sugestões e apoio nas análises estatísticas.

Ao Pesquisador Carlos Wanderlei Piler de Carvalho, pelo conhecimento transmitido, realização das análises na EMBRAPA e colaboração.

Ao Prof. Flávio Meira Borém, que gentilmente me cedeu os equipamentos para realização da parte experimental.

Ao Prof. Evódio Ribeiro Vilela, pela cooperação, ensinamentos e disponibilidade.

Aos professores, funcionários e secretárias do Departamento de Ciência de Alimentos, especialmente Tina, Creuza, Tânia e Sandra, pela atenção, convivência e cooperação.

A Murilo Nonato Bastos, pai, amigo e sua família, pelo carinho e consideração.

À Sueli Ciabotti, pela amizade, disponibilidade e doação.

A Edith Aparecida Passos e família, pelo acolhimento, confiança, carinho e amizade.

Aos meus grandes amigos Soraya, Nadine Araci, Nilsa, Silvânia, Adalcino e Marilze, pelo companheirismo, conselhos, disposição em ouvir e cumplicidade em todos momentos. Vocês não são apenas grandes amigos, são amigos eternos, independente de onde estiverem.

Aos colegas de Mestrado, Deyse Kabeya, Washington Azevêdo, Kelly Menezes, Andréa, Vanderley e Valdirene, por estarem sempre colaborando e por serem grandes companheiros e amigos.

A Cleonice, Maria, José Aparecido, Roberto e Kelly, colegas do setor de Agroindústria da EAF-Salinas, que em todo o tempo me apoiaram, ajudaram na condução do experimento e mais, com carinho, me fizeram acreditar que era possível.

A Selma e demais amigas-mães que trabalham no refeitório da EAF-Salinas. Suas orações, carinho, amor e confiança foram fundamentais na realização deste sonho.

A Gil Márcio, Danilo de Mellis, Pedro Douglas, Edivelton e Adair, pela ajuda na condução do experimento e amizade.

A vovô Nô, vovó Ieda e família, pela estima, carinho e consideração.

A Melquíades e Lucíola, Alex, Farley, Elismária, Caroline e Tainá, pelo apoio incondicional.

A Alessandra, Laurita, Ângela, Lúcia, Noelba, Maria Helena, Denair, Rose Cida, Bete e Gloria, pela amizade, presença e carinho.

A Marinho e família, especialmente Cleciane e Marcos, pelo acolhimento, generosidade, amizade e amor que me dedicam.

A Dalva e família, Raquel e família, Soraya Mardany, Jane e Ivânio, Janaína, Sérgio Marques e João Moreira que sempre souberam muito bem traduzir em atitudes o significado da palavra amigo.

A todos os estagiários do Laboratório de Grãos e Cereais da UFLA, que me ajudaram nas várias etapas deste trabalho, pelo apoio, confiança e perseverança.

Aos meus pais, por sempre estarem ao meu lado apesar da distância.

Ao Júnior, pela compreensão, apoio, carinho e força necessários para lutar nas horas mais difíceis.

A todas as pessoas que sempre acreditaram, apoiaram e, com palavras de carinho, me incentivaram a conquistas, e àquelas que distantes nunca me esqueceram em suas orações.

A Deus, criador, pai eterno e misericordioso.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Aspectos gerais da batata	3
2.2 Composição química	7
2.3 Processamento da batata	7
2.4 Escurecimento enzimático	8
2.4.1 Branqueamento	9
2.4.2 Aditivo químico - bissulfito de sódio	10
2.5 Secagem	11
2.5.1 Umidade de equilíbrio	13
2.5.2 Secagem solar	13
2.5.2.1 Secadores solares	14
2.6 Farinha de batata	16
2.6.1 Composição química	16
2.6.2 Amido de batata	18
2.6.2.1 Viscosidade aparente de pasta	19
2.6.2.2 Microscopia eletrônica de varredura	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Obtenção da farinha da batata	22
3.2 Determinação das condições de secagem	25
3.3 Energia solar	27
3.4 Análises das farinhas	29

3.4.1 Análises físico-químicas	29
3.4.2 Análises físicas.....	31
3.4.3 Viscosidade de pasta aparente.....	32
3.4.4 Microscopia eletrônica de varredura	32
3.5 Delineamento experimental	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Eficiência da secagem do secador solar tipo túnel	34
4.1.1 Primeiro ensaio.....	34
4.1.2 Segundo ensaio.....	37
4.1.3 Terceiro ensaio	40
4.1.4 Quarto ensaio	44
4.1.5 Energia Solar.....	47
4.2 Farinha de Batata	47
4.2.1 Análises físico-químicas	48
4.2.2 Análises físicas.....	56
4.3 Viscosidade de pasta aparente.....	60
4.4 Microscopia eletrônica de varredura	67
5 CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	81

RESUMO

CAETANO, Daniela. **Inibição do escurecimento na produção de farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.) utilizando secador solar tipo túnel.** Lavras: UFLA, 2005. 96p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos)¹

A batata (*Solanum tuberosum* L.), conhecida também como batata inglesa ou batatinha é um tubérculo da família *Solanum*. É o 4º alimento mais consumido no mundo, depois do arroz, trigo e milho. Uma das alternativas para sua utilização é sob a forma de farinha, a qual pode ser utilizada em produtos de panificação, como pães, bolos, biscoitos, em sopas desidratadas, molhos e temperos, e outros. O presente estudo teve por objetivo produzir farinha de batata, em um secador solar tipo túnel, verificar o efeito da adição de bissulfito de sódio, tratamento térmico (branqueamento) e a combinação dos dois (bissulfito/branqueamento) e a influência do tipo de corte (ralado e fatiado) na obtenção do produto final. A obtenção da farinha de batata compreende lavagem, descascamento e cortes dos tubérculos. Para evitar o escurecimento e ainda melhorar a capacidade de secagem da batata cortada e sua vida de prateleira, foi utilizado o branqueamento e a adição de bissulfito de sódio 2 ppm e ainda a junção desses dois procedimentos. Após essas etapas ocorreu a secagem em secador solar tipo túnel e a moagem. Foram avaliados os dados psicrométricos do ar da secagem e a farinha de batata produzida foi caracterizada com análises de composição centesimal, físico-químicas, viscosidade de pasta e microscopia de varredura. O rendimento médio da farinha de batata produzida no secador solar tipo túnel foi de 17% e um valor calórico total médio de 314 cal. Concluiu-se que com a adição de bissulfito de sódio 2 ppm, o branqueamento e a combinação dos dois tratamentos foram eficientes na prevenção do escurecimento enzimático da batata e que não houve interferência do tipo de corte no tempo de secagem, porém, o mesmo influenciou a composição centesimal e as características físico-químicas das farinhas de batata. O secador solar tipo túnel mostrou-se eficiente no processo de secagem para a produção de farinha de batata, sendo uma boa alternativa, pois, além de produzir grandes quantidades, tem custo reduzido e possibilita a obtenção de um produto de qualidade.

¹Comitê Orientador: Joelma Pereira - UFLA (Orientadora), Fabiana Queiroz Ferrua - UFLA, Luís Gonzaga Araújo – UNIMONTES, Júlio Silva de Sousa Bueno Filho – UFLA.

ABSTRACT

CAETANO, Daniela. **Darkening inhibition on the Production of potato (*Solanum tuberosum* L.) flour using tunnel solar type dehydrator.** Lavras:UFLA, 2005, 96p. (Dissertation – Master Degree in Food Science)¹

Potato (*Solanum tuberosum* L.), also known as English potato, a tuber from the *Solanum* family, is the 4th most consumed food in the world, after rice, wheat and corn. One of the alternatives for its use is to process it into a flour, which can be used in formulations of bread, cakes, cookies, dehydrated soups, sauces and others. The objective of this study was to produce potato flour in a tunnel solar type dehydrator, to study the effect of addition of sodium disulfide, thermal treatment (bleaching) and the combination of both (disulfide/bleaching) as well as to investigate the influence of the cutting type on the final product quality. The steps followed to produce the flour were washing, peeling and cutting (grating or slicing). Bleaching and sodium disulfide at 2 ppm concentration and the combination of both were used to prevent darkening, to improve day capacity of cut potato to increase the shelf life. After these procedures the potato was dried in a tunnel type solar dehydrator and was grinded. The dehydrating psychometric data and the characteristics of the potato flour were analyzed according to centesimal composition, physical-chemical characteristics, paste viscosity by rapid visco analyser (RVA) and scanning electronic microscopy. The medium yield of the potato flour produced in tunnel solar type dehydrator was 17% with a total medium energy value of 314 calories. In conclusion, the addition of sodium disulfide 2 ppm, bleaching and the combination of both were efficient to prevent enzymatic darkening of the potato, which affected the centesimal composition and the physical-chemical characteristics of the potato flour. The cutting type and the dehydration time did not have any influence. The tunnel type solar dehydrator was efficient on the drying process to produce potato flour. The production of potato flour by the tunnel solar type dehydrator is a good alternative to produce large amounts of quality flour at low cost.

¹Guidance Committee: Joelma Pereira - UFLA (Orientadora), Fabiana Queiroz Ferrua - UFLA, Luís Gonzaga Araújo – UNIMONTES e Júlio Silva de Sousa Bueno Filho – UFLA

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.), conhecida no Brasil como batatinha ou batata inglesa, é originária da região dos Andes, na América, onde vem sendo cultivada há cerca de 7.000 anos. É uma hortaliça do tipo tubérculo, pertencente à família Solanaceae. Tubérculos são caules subterrâneos ou aéreos ou ainda raízes muito espessas por conterem grande quantidade de substâncias nutritivas, tipo amido.

Trata-se de uma cultura de grande importância para o homem, não só devido ao seu alto valor energético como também ao seu teor de proteínas, que, além de proteína de boa qualidade, apresenta alto índice de valor biológico. A relação entre proteínas e calorias disponíveis indica que a batata é uma das melhores alternativas alimentares para os povos dos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. É uma das culturas que apresenta maior produção de energia e proteína por hectare por dia.

Atualmente, a batata é o 4º alimento mais consumido no mundo, após arroz, trigo e milho, tendo seu cultivo expandido mundialmente. No Brasil, a maior parte das plantas cultivadas que apresentam caule subterrâneo é de batata e Minas Gerais é o maior produtor brasileiro, seguido de São Paulo e Paraná.

Estima-se que os produtores não consigam comercializar de 15% a 20% desse tubérculo devido a excedentes de produção. Assim como os tubérculos injuriados ou fora do padrão comercial, denominado de “batata diversa”, o excedente de produção de batatas pode ser transformado em outros produtos, como exemplo, a farinha de batata.

A obtenção da farinha de batata compreende lavagem, descascamento e corte (ralada ou fatiada) dos tubérculos, etapa chamada de pré-preparo. Os tubérculos de batata, ao serem cortados, escurecem rapidamente. Para evitar este

escurecimento e ainda melhorar a capacidade de secagem da batata cortada e sua vida de prateleira, lança-se mão de tratamentos como o tratamento térmico-branqueamento, ou da adição de conservantes, como o bissulfito de sódio, substância considerada segura até uma adição de 2 ppm, no caso de vegetais desidratados, ou ainda a junção desses dois procedimentos. Após essas etapas, ocorre a secagem e a moagem da farinha.

O processo de secagem visa a preservação dos alimentos, entre outras finalidades, como facilitar o transporte e manuseio. A secagem solar vem sendo utilizada em nosso país maximizando o uso de energia, mas com secador solar tipo túnel, pode-se processar grandes quantidades de produtos vegetais secos com qualidade em menor tempo.

A farinha de batata pode ser utilizada em produtos de panificação, como pães, bolos, biscoitos, em sopas desidratadas, molhos e temperos, e outros.

O presente trabalho teve como objetivos:

- a) estudar a viabilidade do uso do secador solar tipo túnel na produção da farinha de batata;
- b) verificar a eficiência do branqueamento, da adição de bissulfito de sódio e do branqueamento mais bissulfito de sódio para evitar o escurecimento enzimático da batata na produção de farinha;
- c) verificar a influência do tipo de corte da batata na secagem e nas características químicas e físico-químicas da farinha de batata.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da batata

A batata, conhecida também como batata inglesa ou batatinha, é um tubérculo da família *Solanum* e a espécie cultivada é *Solanum tuberosum* L. É uma planta anual, herbácea, com caules bastante ramificados, cuja forma varia com as diferentes cultivares, podendo ser ereta, aberta e decumbente; suas folhas são simples e recortadas, formando lóbulos e de disposição alternada no caule. Caracteriza-se ainda por formar um caule subterrâneo intumescido pela acumulação de reservas, denominado tubérculo, que é a parte comercializável (Lopes, 1997).

Segundo Murr (1992), a batata inglesa é originada da América do Sul, tendo como hábitat natural a Cordilheira dos Andes e as Ilhas do Arquipélago Chileno.

A batata é um dos alimentos mais consumidos no mundo devido à sua composição, versatilidade gastronômica e tecnológica e baixo preço, sendo suplantada apenas pelo trigo, arroz e milho (Carvalho et al., 1977, citada por Coelho, 1998) e tem seu cultivo expandido mundialmente.

Trata-se de uma cultura de grande importância nutricional para o homem, não só devido ao seu alto valor energético como também ao seu teor de proteínas, sais minerais e vitaminas. É a cultura que mais acumula energia/ha/dia, sob a forma de amido. Adicionalmente, a batata é boa fonte de vitamina C e de algumas vitaminas do complexo B, especialmente niacina, tiamina e vitamina B6. Entre os alimentos energéticos, é o mais rico em niacina. Esta ainda é razoável fonte de ferro, boa fonte de fósforo e magnésio e ótima fonte de potássio (Reifschneider, 1987). Além disso, tem representação de peso sob aspectos econômicos e sociais no agronegócio (Torres, 1999).

A China é o maior produtor dessa olerícola. O Brasil posiciona-se em 19º lugar no cenário mundial, ocupando o 3º e o 5º lugares no contexto sul-americano, quando se consideram área e produtividade, respectivamente.

Atualmente, no Brasil, a batata é considerada a principal hortaliça, tanto em área cultivada como em preferência alimentar. A área plantada total de 161.139 hectares em 2002 distribuiu-se nos estados da região centro-sul, principalmente em Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Santa Catarina (IBGE, 2002).

De acordo com o IBGE (2002), a produção de batata inglesa no Brasil foi de 3.126.411 toneladas. As regiões Sul e Sudeste são as principais produtoras e respondem por percentuais superiores a 96% da produção brasileira conforme a Tabela 1.

TABELA 1 Produção anual de batata, em toneladas (t) dos principais estados produtores, segundo IBGE (2002).

Estado	Produção anual de batata (t)
Paraíba	2.235
Pernambuco	390
Bahia	91.020
Minas Gerais	943.795
Espírito Santo	8.538
Rio de Janeiro	1.270
São Paulo	726.740
Paraná	659.230
Santa Catarina	143.455
Rio Grande do Sul	384.115
Goiás	161.560
Distrito Federal	4.063

Fonte: IBGE(2002).

Minas Gerais mantém a liderança nacional em produção e produtividade, e a região sul de Minas responde pela maior participação na produção estadual. Ao se deduzir do total produzido o consumo aparente do estado, estima-se que haja um excedente comercializável da ordem de 515 mil toneladas. Minas Gerais posiciona-se também como o mais importante fornecedor de batata das Centrais de Abastecimento de Minas Gerais (Ceasa-MG) (Torres, 1999).

De acordo com Torres (1999), os tubérculos de batata são classificados em função do diâmetro transversal: classe 1 = maior ou igual a 85mm; classe 2 = maior ou igual a 45mm e menor que 85mm; classe 3 = maior ou igual a 38mm e menor que 45mm; classe 4 = menor que 38mm. Assim, o que estiver fora deste padrão, poderia ser utilizado na produção de farinha de batata.

O termo batata “diversa” é uma denominação usada para a batata imprópria para o comércio, mas não para o consumo, ou seja, aquele produto que não alcança os padrões de comercialização, como tamanho e danos nos tubérculos, devido à colheita e ao beneficiamento. Normalmente, este produto é gerado no beneficiamento, como seleção, lavagem, ou escova. Segundo informações da Associação dos Bataticultores de Minas Gerais (ABAMIG) (2003) – as perdas nestes processos variam entre 15% a 20% da produção, o que representou, em 1997, de 124 a 165 mil toneladas de batata “diversa”.

Normalmente, a batata “diversa” é repassada pelas beneficiadoras a vendedores ambulantes a preços irrisórios e que, após uma nova seleção, é comercializada no mercado paralelo, concorrendo com os próprios produtores e desestabilizando os preços da batata comercial. Portanto, existe uma grande disponibilidade de batata que poderia ser utilizada na alimentação humana, sendo importante criar alternativas para sua melhor utilização.

Os hábitos de consumo de alimentos têm-se modificado acentuadamente nos últimos anos. Até o início do século passado, todos os produtos à base de

batata destinados à alimentação humana eram feitos no ambiente doméstico (Carvalho et al., 1997). Com a mudança no hábito de consumos de alimentos, a saída das mulheres para o mercado de trabalho e, segundo Filgueiras (1996), com o surgimento das grandes cadeias de supermercado, o aperfeiçoamento dos meios de comunicação, a valorização dos conceitos de qualidade e a conscientização das pessoas no sentido de se evitar desperdícios, a industrialização da batata vem se tornando cada vez mais expressiva. O processamento também oferece a vantagem de levar os produtos às regiões de maior escassez desse tubérculo.

Entretanto, no Brasil, a batata é, em sua maior parte, consumida sem sofrer um processamento prévio. Contudo, trata-se de um produto perecível ou que suporta reduzido tempo de armazenamento *in natura*, pois, segundo Balsalobre (1995) e Finger & Fontes (1999), acima de uma semana a deterioração é muito grande, principalmente em ambientes quentes, havendo dificuldade em manter constância do alimento na dieta. Uma saída para isso seria avaliar formas de armazenamento e ou beneficiamento da batata, visando a sua utilização na alimentação humana.

Os produtos à base de batata têm alcançado um desenvolvimento importante e rápida diversificação, tanto na forma de flocos e granulados, destinados a reconstituir purês, quanto na forma de “fritas à francesa”, pré-cozidas e congeladas, “*chips*” e batatas cozidas e enlatadas (Coelho, 1998). Soma-se a estes produtos uma variedade de outros, como o amido de batata e farinha de batata, os quais utilizam a secagem como uma das etapas de processamento.

2.2 Composição química

Os tubérculos de batata são compostos de aproximadamente 78% de água, 20% de carboidratos, 2% de proteína e uma quantidade irrisória de lipídeos (Orr & Cash, 1991).

Segundo Sgarbieri (1987), embora a batata não seja uma fonte protéica importante do ponto de vista quantitativo, em termos nutricionais, a qualidade de sua proteína é elevada, pois ela contém metionina e cisteína, aminoácidos limitantes para os requerimentos nutricionais humanos.

Aproximadamente 80% do peso dos carboidratos da batata são formados pelo amido, que é composto de amilopectina (75% - 79%) e amilose (21% - 25%) (Orr & Cash, 1992).

2.3 Processamento da batata

O processamento da batata é requerido em maiores proporções à medida que há aumento de produção e conseqüente necessidade de preservação do produto (Lopes Filho, 1983).

Segundo Talburt (1975) o processamento da batata é tão antigo quanto a própria cultura, tendo alguns historiadores e arqueólogos encontrado amostras de batata datadas anteriormente a 200 a.C., as quais eram cultivadas nas regiões montanhosas do Peru. Antes disso, os nativos desidratavam batatas congelando as mesmas à noite e descongelando durante o dia. O suco era espremido por pisoteamento, operação que era repetida inúmeras vezes até reduzir o conteúdo de umidade próprio para o armazenamento.

Conforme Talburt (1975), o processamento da batata pode resultar em diversos produtos, tais como: "chips", purê de batata, batata em grânulos, flocos de batata, batata desidratada e batata frita congelada, além da farinha de batata.

2.4 Escurecimento enzimático

Quando um alimento é ainda um organismo vivo, ele contém vários tipos de enzimas, as quais encontram-se dispersas de forma organizada em sistemas altamente integrados, localizados e compartimentalizados em organelas. No processamento de alimentos, o tecido vegetal sofre algum tipo de injúria quando é cortado, amassado, sofre ataque de insetos, fungos e ou bactérias ou é congelado e há uma descompartimentalização, com liberação das enzimas que, em contato com os substratos, promovem o escurecimento do alimento (Araújo, 1990).

As reações de escurecimento enzimático ocorrem em muitas frutas e vegetais, principalmente em batatas, maçãs e bananas (Eskin et al., 1971). Estima-se que em torno de 50% das perdas de frutas tropicais e vegetais no mundo sejam atribuídos à enzima polifenoloxidase (PPO), pois, conforme mencionado, a ação desta enzima resulta na formação de pigmentos escuros, freqüentemente acompanhados de mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades sensoriais do produto, resultando na diminuição da vida útil e do valor de mercado (Araújo, 2001).

O escurecimento enzimático em tecido vegetal é causado principalmente pela oxidação de fenóis endógenos, pela ação das polifenoloxidasas (PPOs) e a subsequente polimerização não-enzimática da O-quinona, formando pigmentos escuros denominados melaninas (Araújo, 1990). Os substratos endógenos para PPOs em batatas são a tirosina, os flavonóides e o ácido clorogênico.

O escurecimento causado pela presença das enzimas PPOs é um sério problema no processamento de alimentos, particularmente durante o processo de desidratação, quando qualquer danificação do tecido vegetal pode resultar na ativação desta enzima. Medidas adequadas devem ser tomadas contra o desenvolvimento do escurecimento enzimático durante o processamento de batatas pré-descascadas, batatas francesas e batatas fritas, havendo uma demora

entre a etapa de corte e a do processamento (Eskin et al., 1971). Low et al. (1989) relatam problemas nos produtos à base de batata, tais como grânulos, flocos e “chips”.

Várias maneiras de inibição da PPO são conhecidas, muito embora os métodos utilizados pelas indústrias sejam relativamente poucos. Isto se deve ao aparecimento de sabor desagradável e toxidez e à viabilidade econômica dos procedimentos e processamentos propostos (Eskin et al., 1971).

Três componentes devem estar presentes para que a reação de escurecimento ocorra: enzima, substrato e oxigênio. No caso de ausência ou bloqueio na participação de um destes na reação (por meio de agentes redutores, temperatura ou abaixamento de pH), esta não prosseguirá (Eskin et al., 1971; Araújo, 1990; Fennema, 1993; Araújo, 2001).

O controle químico do escurecimento enzimático envolve a inibição da atividade da polifenoloxidase pelo uso do calor como ocorre no branqueamento, pelo ajuste do pH, adição de bissulfito ou compostos sulfidrílicos, quelação do cobre da polifenoloxidase e uso de compostos redutores, os quais reduzem as o-quinonas e produzem compostos não coloridos (Ponting, 1960).

2.4.1 Branqueamento

O branqueamento tem como princípio a aplicação de calor ao alimento, desnaturando enzimas dos tecidos vegetais envolvidos, tornando-as ineficazes. As técnicas de branqueamento são geralmente executadas utilizando-se a imersão em água fervente em tempos pré-fixados, seguida de um rápido resfriamento (Robinson & Eskin, 1991).

A enzima PPO, encontrada praticamente em todos os tecidos vegetais, está em concentrações especialmente altas na batata e sua atividade pode ser variada em função da variedade, do estágio de maturação e das condições de

cultivo. Tão logo ocorre a ruptura do tecido, inicia-se a reação de escurecimento (Araújo,1990; Araújo, 2001)

A PPO não pertence à classe de enzimas termorresistentes. 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 das funções catalíticas da enzima. A aplicação do calor em alimentos (temperatura elevada por tempo adequado) inativa a PPO e todas as outras enzimas. O aquecimento aplicado no processo de branqueamento (temperatura elevada/curto tempo) é utilizado em pré-tratamentos de frutas e vegetais para enlatamento, congelamento e desidratação (Araújo, 2001).

2.4.2 Aditivo químico - bissulfito de sódio

A conservação de alimentos pode se dar por meio de aditivos químicos. Um aditivo alimentar é uma substância ou mistura delas diferentes do alimento original e que estão presentes nesse alimento como o resultado de algum aspecto da produção, processamento, armazenagem ou empacotamento. Esse termo não inclui contaminação acidental (Organização Mundial de Saúde, 1965, citado por Tríboli, 1995).

A legislação brasileira define aditivos alimentares como: "substâncias intencionalmente adicionadas aos alimentos com o objetivo de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudiquem seu valor nutritivo" (Alimentação e Aditivos Alimentares, 2002), ressaltando a prevenção da deterioração ou decomposição dos mesmos. Os conservantes inibem a ação dos microrganismos interferindo na membrana celular, na atividade enzimática e nos mecanismos genéticos. Quanto à ação, o dióxido de enxofre, sulfitos e bissulfito de sódio e potássio, metabissulfito de sódio e potássio produzem ácido sulfúrico (H_2SO_4) e apresentam uma maior eficácia em pHs baixos. Sulfitos e bissulfitos são pulverizados em vegetais antes de serem

desidratados. Como ação adicional, previnem alterações enzimáticas e não enzimáticas ou descoloração em certos alimentos. O bissulfito de sódio, assim como o bissulfito de potássio e os metabissulfitos de sódio e de potássio são substâncias normalmente reconhecidas como seguras (Tríboli, 1995).

O bissulfito de sódio (NaHSO_3), em solução, apresenta um teor de dióxido de enxofre (SO_2) de 20% a 23% e é usado como conservante em alimentos e como agente branqueador em diversos tipos de indústria, bem como para tratamento de efluentes (Alimentação e Aditivos Alimentares, 2002).

O bissulfito de sódio é um poderoso inibidor das PPOs, na forma de gás ou de solução (Araújo, 2001). De acordo com ABIA (2000), ele pode ser utilizado em níveis seguros até o limite de 2ppm.

Na desidratação de batatas, o sulfito é aplicado em soluções de sulfito, bissulfito ou metabissulfito de sódio ou numa combinação dos mesmos. A função do sulfito de sódio é prevenir o produto contra o escurecimento não-enzimático e o murchamento durante a desidratação e aumentar a vida de prateleira do produto sob condições adversas de temperatura. A vida de prateleira é aumentada porque o produto inicia a sua estocagem em ótimas condições e a velocidade da desidratação é substancialmente diminuída quando o sulfito é dissipado (Kueneman, 1975).

2.5 Secagem

A palavra secagem é freqüentemente usada para descrever processos por meio dos quais há a remoção de água do material.

Desde os primórdios, o homem utiliza o vento e o sol para secar alimentos, contudo, a secagem artificial dos produtos alimentícios e agrícolas vem sendo empregada somente nos dois últimos séculos (Murr, 1992). Segundo Leitão (1999), a secagem e a desidratação surgiram quando o homem observou que alguns frutos, mesmo após secos (processo de secagem) ou quando expostos

ao sol (processo de desidratação), murchavam e continuavam comestíveis. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos define como produto desidratado aquele que contém menos de 2,5% de água (base seca) e como alimento seco todo aquele que tenha sido exposto a um processo de eliminação de água e que contenha mais de 2,5% de água (base seca), segundo Cánovas & Mercado (2000).

A secagem pode ser definida como um processo de transporte de calor e massa, com remoção de umidade do interior do produto por meio de evaporação. Para ocorrer a secagem é necessário que o produto apresente o teor de umidade acima do teor de umidade de equilíbrio, para condições preestabelecidas de umidade relativa e temperatura do ar e campos de força externa, segundo Luiz (1992).

A secagem é empregada com diversas finalidades. Para os produtos agrícolas e alimentícios a secagem é empregada principalmente na preservação, permitindo também o transporte e o armazenamento sem necessidade de refrigeração. O processo de secagem é também utilizado visando o fator econômico do frete e do manuseio, proporcionando baixos custos de embalagem, de armazenamento e de transporte pela redução do peso e do volume do produto final (Lopes Filho, 1983); outras vezes, o material é seco para depois sofrer um processo de reidratação a níveis desejáveis (Murr, 1992).

A diversidade das propostas de utilização misturam-se com a diversidade de métodos de secagem, segundo Keey (1972) e Daudin (1983), citados por Murr (1992). Além disso, contribui para prolongar a vida útil e proporcionar compatibilidade de ingredientes no processo de misturas para a obtenção de alimentos secos (Lopes Filho, 1983).

2.5.1 Umidade de equilíbrio

Uma característica dos produtos alimentícios que influencia os processos de manuseio, processamento, estocagem e consumo de materiais biológicos é a higroscopicidade, pois ela define a afinidade entre a água e os componentes do produto. Quando um material biológico é exposto a uma determinada umidade relativa, ele reage para ajustar sua própria umidade a uma condição de equilíbrio com o ambiente. Isso ocorre quando a pressão de vapor d'água na superfície do material se iguala à pressão de vapor de água do ar que o envolve (Treybal, 1968 citado por Murr, 1992).

O nível de umidade que o produto alcança em contato por longo tempo com uma determinada condição atmosférica é definido como teor de umidade de equilíbrio (Gustafson & Hall, 1974). O conceito de teor de umidade de equilíbrio na secagem relaciona a taxa de secagem com a umidade livre, que é o teor de umidade total menos o teor de umidade de equilíbrio e foi introduzido por Lewis (1921). O teor de umidade de equilíbrio é importante nos processos de secagem, pois expressa o valor limite para uma dada condição de umidade relativa e temperatura (Chen, 1971, citado por Murr, 1992).

A quantidade de água absorvida ou perdida pelo produto é controlada pela pressão parcial do vapor de água da atmosfera ambiente, assim como pela temperatura do produto e outras características físicas do material.

2.5.2 Secagem solar

Os países menos desenvolvidos, na quase totalidade situados na faixa intertropical, vêm enfrentando sérios problemas energéticos, assim como problemas na conservação dos seus produtos agroalimentares. Essa situação de dificuldade no acesso às fontes de energia fóssil pode ser consideravelmente aliviada pelo recurso da energia solar, abundante nessas regiões (Bux, 2000).

Normalmente, a produção sazonal dos produtos agrícolas implica na importação para satisfazer às necessidades durante o resto do ano. Por outro lado, verificam-se grandes perdas pós-colheita, devida a deficientes condições de conservação e alta perecibilidade dos produtos. Por meio da secagem, consegue-se que a oferta respectiva seja escalonada ao longo do ano, permitindo até fazer reservas para anos posteriores (Bux, 2000).

A secagem ao sol é delicada porque depende de um período de insolação adequado e constante. A secagem ao sol exige insolação e circulação de ar, e por essa razão, não deve ser processada sobre superfícies cimentadas. A duração de secagem varia, pois depende do sol, da circulação do ar e de seu estado higrométrico, e da espessura do material a ser seco. Os secadores devem possuir um conjunto de características que atendam às exigências de secagem para a obtenção de um produto de qualidade (Câmara et al., 1982).

2.5.2.1 Secadores solares

O uso de secadores solares tem, em relação à secagem natural, a vantagem de proteger os produtos das contingências ambientais (chuva, poeiras, ataques de insetos e predadores), além de reduzir o tempo de tratamento e de garantir a preservação da qualidade (Bux, 2000).

A capacidade de aquecimento de um secador solar vai depender da energia solar incidente. A irradiância solar global, energia solar que incide sobre a superfície terrestre, é a somatória da irradiância solar direta e difusa que depende da latitude local e da época do ano. Segundo Vianello & Alves (2000), a melhor forma de quantificar essa irradiância é por meio de piranômetros. Em virtude da escassez de dados meteorológicos de tal natureza, torna-se necessário recorrer a equações empíricas utilizando-se parâmetros meteorológicos, tais como nebulosidade e duração do brilho solar (insolação). Uma equação que vem

sendo utilizada é a de Angstrom que considera a latitude, a irradiância solar no topo da atmosfera, a insolação e o fotoperíodo.

A orientação e a inclinação de um coletor solar interferem na incidência de energia solar. Segundo Tubelis & Nascimento (1987), superfícies com orientações e inclinações diferentes recebem quantidades diferentes de radiação solar em comparação com uma superfície horizontal, em uma mesma localidade e época do ano. Aquelas localidades no hemisfério sul com superfícies orientadas para o norte com maior inclinação recebem maior incidência de radiação solar em relação àquelas voltadas para o sul no inverno; no verão ocorre o inverso.

A energia requerida nos processos de secagem normalmente tem um custo alto. Uma forma de reduzir este custo é empregar sistemas com baixo aquecimento que atendam satisfatoriamente a uma pequena unidade de processamento de produtos agrícolas. Devido às condições climáticas favoráveis, uma forma de energia viável para diversas regiões brasileiras é a energia solar. Os secadores solares são utilizados na secagem de frutas, carnes, peixes e grãos agrícolas. Segundo Bezerra (1990), existem dois tipos fundamentais de exposição: direta e indireta. Ambos podem ser de convecção natural ou de convecção forçada. Os de exposição indireta podem ainda ser providos de pré-aquecedor.

O sucesso dos sistemas de secagem a baixas temperaturas, empregando ar natural ou ligeiramente aquecido, depende do conhecimento perfeito do comportamento dos parâmetros climáticos básicos, temperatura de bulbo seco e umidade relativa, que oscilam constantemente no tempo e no espaço, e sua correlação com o período de armazenamento seguro (Thompson & Pierce, 1980; Bunn et al., 1981). Período de armazenamento seguro é o tempo que o produto úmido deve permanecer dentro do secador sem alterações significativas em sua qualidade.

Os secadores com ventilação forçada devem ser projetados levando em consideração o fluxo de ar na massa úmida. O emprego de vazões específicas suficientemente baixas reduzem a potência requerida pelo ventilador; vazões específicas elevadas acarretam queda na eficiência de secagem e não devem ser inferiores a determinado limite, ocorrendo o processo dentro do tempo de armazenamento seguro, que é dependente do teor de umidade inicial e da temperatura média do produto úmido (Shove, 1973; Morey et al., 1979; Feddes, 1980).

2.6 Farinha de batata

A farinha de batata é definida como o produto obtido da moagem de fatias de batata desidratadas (Willard, 1975) e é o mais antigo produto processado da batata sendo utilizada principalmente na indústria de panificação. É conhecido que uma pequena quantidade de batata ajuda o pão a manter-se fresco, além de também colaborar com o sabor e a cor do pão (Willard, 1975). A melhoria da aparência na crosta do pão se deve à reação de Maillard, que é favorecida pela presença de açúcares redutores (glicose + frutose) e aminoácidos na presença de calor (Araújo, 1990).

A farinha de batata também é usada na produção de biscoitos, massas folhadas, biscoitos fermentados, bolos e misturas para bolos, em misturas de sopas desidratadas, em recheios e coberturas de tortas congeladas, rações para filhotes de animais, molhos e temperos, além de snacks e em misturas com fécula de mandioca (Willard, 1975).

2.6.1 Composição química

Cecchi (2003) relata que a determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode

afetar a estocagem, embalagem e processamento. O teor de umidade da farinha deve estar em torno de 13% b.u.(El-Dash, 1994).

Segundo Cecchi (2003), o termo lipídio é utilizado para gorduras e substâncias gordurosas e seu teor em vegetais situa-se na faixa entre 0,1% e 1,2%. Os lipídios nos alimentos representam uma fração de alta concentração energética ou calórica, porém, dependendo de sua quantidade e composição, podem provocar a deterioração na qualidade do alimento durante a estocagem, produzindo odor e gosto de ranço (Silva, 1991). Borba (2000) encontrou teores de 0,7% de lipídios para farinha de batata.

As proteínas são os maiores constituintes de toda célula viva, e cada uma delas, de acordo com sua estrutura molecular, tem função biológica associada às atividades vitais. Nos alimentos, além da função nutricional, as proteínas apresentam propriedades sensoriais (Cecchi, 2003). Willard (1975), trabalhando com farinha de batata, encontrou teores de proteína de 10,37%, enquanto Borba (2000) relata teores de 3,9% de proteínas.

Cinza de um alimento é o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica (Cecchi, 2003). Borba (2000) encontrou teores de cinza de 0,25 em farinha de batata e Willard (1975) valores de 4,44% .

A fibra bruta não tem valor nutritivo (Cecchi, 2003); ela corresponde ao resíduo da digestão ácida de um alimento e compreende os componentes da parede celular dos vegetais que não são digeridos pelo organismo humano. Assume um papel importantíssimo no estímulo ao peristaltismo, movimentos do intestino que determinam uma maior ou menor velocidade de passagem do bolo alimentar pelo trato gastrointestinal (AOAC 1990). Willard (1975) encontrou um teor de 1,17% de fibra bruta em farinha de batata.

De acordo com Silva (1981), por meio de detergente neutro é possível separar o conteúdo celular (parte solúvel no detergente neutro) constituído, principalmente, de proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectina e outros

constituintes solúveis em água, da parede celular da parte insolúvel em detergente neutro, também chamada fibra em detergente neutro (FDN) que é constituída basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada.

O teor de fibra em detergente ácido (FDA) é constituído em sua quase totalidade, de lignina e celulose (lignocelulose) e corresponde ao resíduo insolúvel nesse detergente (Silva, 1981).

A fração glicídica, também denominada extrato não nitrogenado, constitui-se na porção de carboidratos do alimento, com exceção da fração fibra. Diz respeito à porção de carboidrato do alimento passível de ser digerida e utilizada como fonte de energia pelos seres humanos.

Os carboidratos são os componentes mais abundantes e amplamente distribuídos entre os alimentos (Cecchi, 2003).

De acordo com Cecchi (2003), nas tabelas de composição de alimentos, o conteúdo em carboidratos tem sido dado como de carboidratos totais pela diferença, isto é, a porcentagem de água, proteína, gordura, fibra e cinza subtraída de 100. Na farinha de batata, Willard (1975) relata teores de fração glicídica de 81,4% e Borba (2000) teores de 78%.

2.6.2 Amido de batata

Radley (1968) relata que o amido pode ser classificado em dois grupos: os amidos de raízes e tubérculos, como os de mandioca e de batata, também denominados féculas e os amidos de cereais, como o de milho, trigo, arroz e cevada.

O amido se apresenta como discretos grânulos com forma e tamanho dependentes de sua fonte botânica e é composto basicamente de dois tipos de macromoléculas: amilose e amilopectina. A proporção entre amilose e amilopectina é variável com a fonte botânica, o que irá conferir características específicas à pasta de amido (Cereda, 2001). O amido deve muito de sua

funcionalidade a estas macromoléculas, assim como a organização física das mesmas dentro da estrutura granular (Biliaderis, 1991 citado por Cereda, 2001).

As formas encontradas para o amido de batata são elipsóide, oval e esférica, com tamanho que varia entre 23 a 31 μm de diâmetro Cereda (2001).

De acordo com Radley (1968), os amidos possuem a capacidade de formar pastas ou géis e este é um dos mais importantes fatores que determinam a textura ou consistência e qualidade do produto final dentro de uma indústria de alimentos.

2.6.2.1 Viscosidade aparente de pasta

O mais importante de todos os testes industriais usados para caracterizar o amido é a viscosidade aparente de pasta, de acordo com Radley (1976). Quando há aplicação de calor, a transição de uma suspensão de amido para pasta em água é acompanhada de grande aumento de viscosidade. Alterações de viscosidade também acompanham a formação de gel pelo resfriamento da pasta. A viscosidade da pasta de amido parece ser determinada por dois fatores: o grau de inchamento dos grânulos e a resistência desses grânulos ao tratamento térmico e agitação mecânica (Wurzburg, 1986).

Após a gelatinização dos grânulos de amido pelo cozimento na presença de água, as moléculas se reassociam durante o resfriamento formando géis compactos que afetam as propriedades funcionais e sensoriais dos alimentos. Esse fenômeno é conhecido por retrogradação (Hoover, 2001).

De acordo com Pereira et al. (1999), as características viscoamilográficas encontradas para o amido de batata foram viscosidade máxima de 1275 UB, temperatura da viscosidade máxima de 95,0°C, viscosidade mínima de 833 UB e viscosidade final de 313 UB.

2.6.2.2 Microscopia eletrônica de varredura

A estrutura do amido está intimamente ligada ao seu desenvolvimento na célula viva. Os grânulos de amido têm sido submetidos a investigações estruturais e a microscopia aparece como instrumento importante no estudo destas características. Com a microscopia eletrônica de varredura consegue-se informações sobre a superfície dos grânulos, sua forma e mudanças estruturais causadas por modificações químicas ou físicas (Gallant et al., 1997, citado por Cereda, 2001).



3 MATERIAL E MÉTODOS

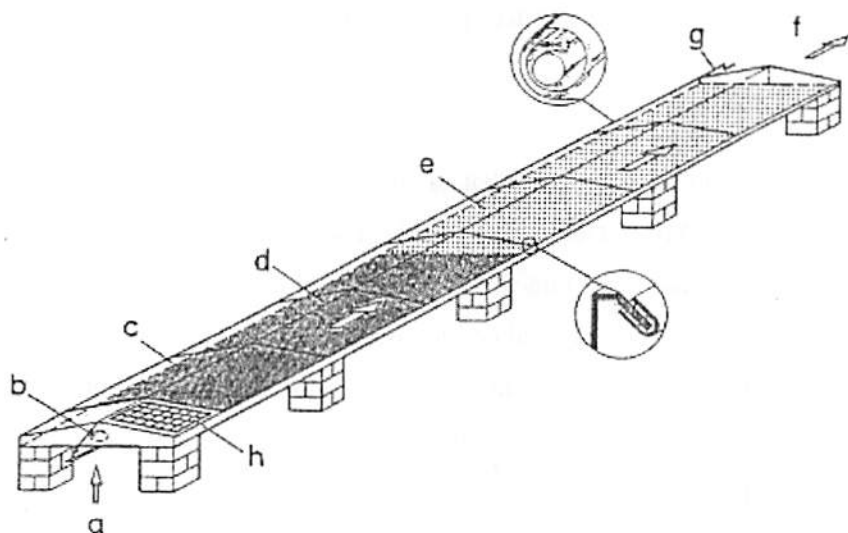
A produção da farinha de batata foi realizada na Escola Agrotécnica Federal de Salinas, Minas Gerais e as análises físico-químicas da farinha foram realizadas no Laboratório de Grãos e Cereais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

A cidade de Salinas, situada no norte de Minas Gerais, apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16° 10'S, longitude 24° a oeste e altitude de 600m. A classificação climática baseada no método de Köppen é Aw (clima de savana tropical) (Vianello & Alves, 2000).

Foram utilizados 320 kg de batata da variedade “Bintje”, adquiridos do Ceasa em Belo Horizonte, MG.

A secagem foi realizada no secador solar tipo túnel, instalado na Escola Agrotécnica Federal de Salinas. O secador é construído de madeira, a uma altura de 1,00m do solo, possui 1,2m de largura e 18m de comprimento, sendo 9m destinados à captação da energia solar e os outros 9m destinados a receber o material a ser seco. Sua capacidade de receber material para secagem é variável com o tipo de produto que se deseja secar; para batatas, é de 450 kg.

A Figura 1 mostra um esquema do secador solar tipo túnel e os detalhes apresentados mostram como funciona o eixo do novelo (g). O eixo de novelo é uma estrutura utilizada na abertura e fechamento do secador. Ao ser aberto, o plástico que cobre o secador vai sendo enrolado em volta de um marco, formando novelo.



a: entrada do ar b: ventilador c: marco d: coletor do ar
 e: zona da secagem f: saída do ar g: eixo do novelo h: módulo solar

FIGURA 1 Secador solar tipo túnel, orientação nordeste com ventilação axial (Bux, 2000).

3.1 Obtenção da farinha de batata

Foram utilizados 10 kg de batata para cada parcela de batata a ser processada. Foram feitos quatro ensaios, em dias diferentes, cada qual com oito parcelas de batatas colocadas no secador solar tipo túnel. As batatas foram lavadas em água potável corrente e passadas em descascador de tubérculos industrial, marca Servinox, capacidade 10kg até que fosse removida toda sua casca. Em seguida, foram raladas (RD) ou fatiadas (FT) em fatiador elétrico, marca Bernar, modelo 101-S, no sentido longitudinal, utilizando-se lâminas de 1mm. Após sofrerem esse pré-preparo, as parcelas foram submetidas aos seguintes tratamentos:

- a) ST = sem tratamento.

- b) BS = imersão em solução de bissulfito de sódio na concentração de 0,2 g/L (2ppm), por 5 minutos.
- c) BQ = branqueamento em água potável a 80°C por 3 minutos, seguido de resfriamento em água potável a 10°C.
- d) BB = imersão em solução de bissulfito de sódio na concentração de 0,2 g/L (2ppm) por 5 minutos, seguida de branqueamento a 80°C por 3 minutos e resfriamento em água potável a 10°C.

Em seguida, as parcelas foram levadas para o secador solar tipo túnel, onde foram bem distribuídas em um fina camada. Durante o tempo em que as batatas permaneceram no secador, elas foram removidas em um intervalo de tempo de 3 em 3 horas durante o dia para pesagem e permaneceram, até a secagem, a um peso constante. O objetivo foi obter um teor de umidade adequado para que fosse possível a moagem da batata para a obtenção da farinha. No período noturno, as batatas permaneceram dentro do secador.

A moagem da batata foi realizada em um moinho de faca marca Tecnal, modelo Te 650, equipado com peneiras com malha de 2mm, no Departamento de Ciências Florestais da UFLA.

A farinha de batata resultante foi analisada quanto à composição química e físico-química. A Figura 2 mostra o fluxograma da farinha de batata produzida em secador solar tipo túnel.

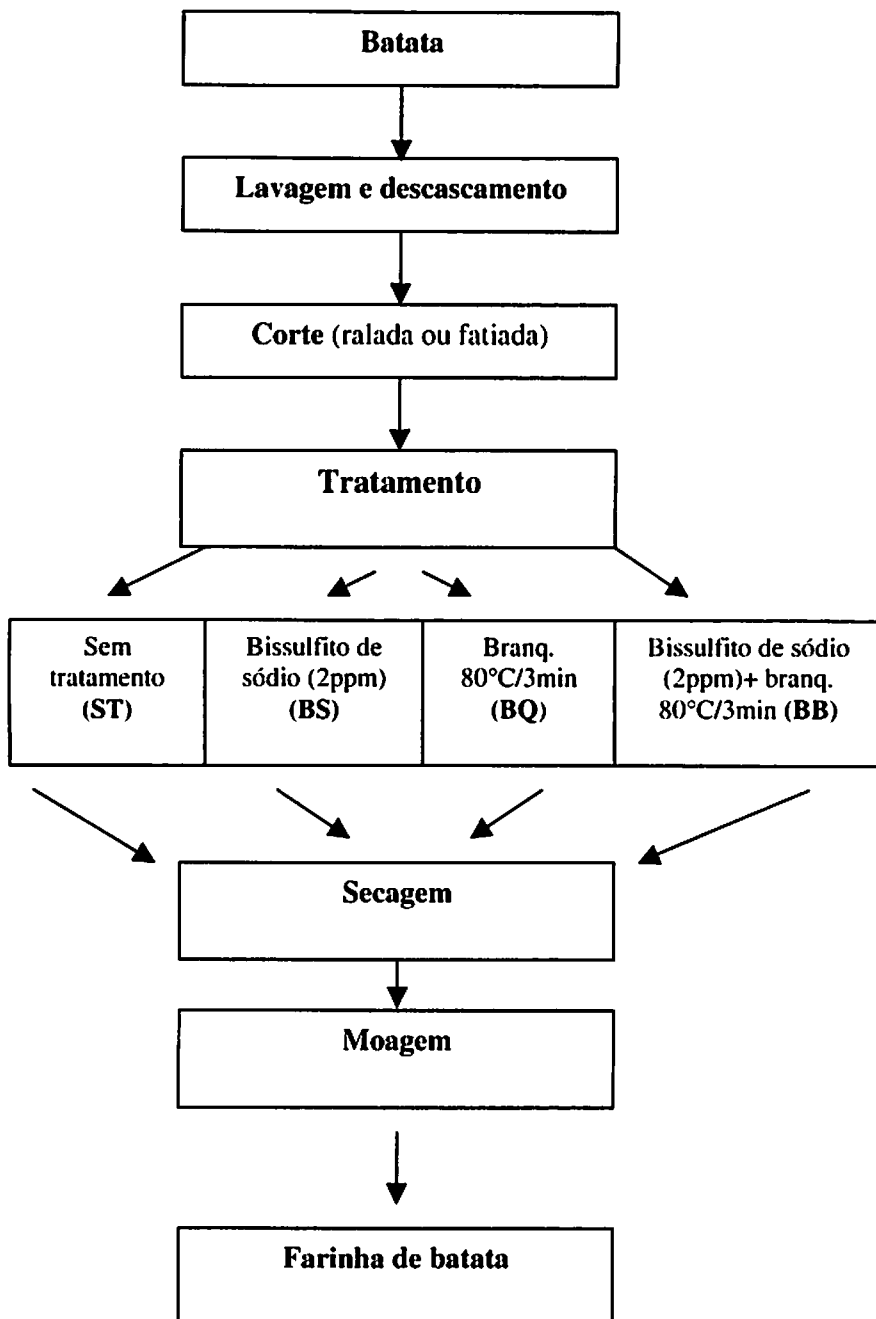


FIGURA 2 Fluxograma da produção de farinha de batata.

3.2 Determinação das condições de secagem

Foram observadas as condições psicrométricas do ar na entrada do secador (ponto 1), antes da câmara de secagem (ponto 2) e na saída da câmara (ponto 3). Obtiveram-se valores de temperatura e umidade relativa do ar nestes pontos.

A velocidade média do ar na saída do secador foi, em média, de 0,4 m/s a vazão fornecida pelo ventilador foi de 23,8 m³/min.

As condições psicrométricas do ar ambiente foram obtidas utilizando-se psicrômetro tipo sem aspiração (ponto 1). Já as condições psicrométricas antes e após a câmara (pontos 2 e 3) foram determinadas a partir de dados de temperatura e umidade relativa obtidos com aparelho digital com sensores eletrônicos de temperatura e umidade.

Para o cálculo dos valores de temperatura de ponto de orvalho, umidade relativa e umidade absoluta foi utilizado o método analítico, conforme Tubelis & Nascimento (1987) e Vianelo & Alves (2000).

Para o cálculo da entalpia do ar ambiente e ar de secagem foi utilizado o programa GRAPSI, desenvolvido no CENTREINAR/UFV (2004).

$$e_s = 4,58085 \times 10^{\left(\frac{7,5T_{bs}}{237,3+T_{bs}}\right)} \quad (1)$$

em que:

e_s : pressão de saturação do vapor d'água, mmHg;

T_{bs} : temperatura de bulbo seco, °C;

$T_{bs} \geq 0^\circ\text{C}$.

$$e_{su} = 4,58085 \times 10^{\left(\frac{7,5T_{su}}{237,3+T_{su}}\right)} \quad (2)$$

em que:

e_{sat} : pressão de saturação do vapor à temperatura de bulbo úmido, mmHg;

T_{bu} : temperatura de bulbo úmido, °C;

$T_{bu} \geq 0^\circ\text{C}$.

$$e = e_{sat} + AP(T_{bs} + T_{bu}) \quad (3)$$

em que:

A : constante psicrométrica, dependente de tipo de psicrômetro. Para psicrômetro sem ventilação forçada, esta constante é $0,00080 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;

P : pressão atmosférica local, mmHg;

e : pressão parcial do vapor d'água, mmHg.

$$U_a = 288 \frac{e}{(T_{bs} + 273)} \quad (4)$$

em que:

U_a : teor de umidade absoluta do ar não saturado de vapor d'água, g/m^3 ;

e_s : pressão de saturação do vapor d'água, mmHg.

$$U_{as} = 288 \frac{e_s}{(T_{bs} + 273)} \quad (5)$$

em que:

U_{as} : umidade absoluta do ar saturado, g/m^3 ;

e : pressão do vapor d'água, mmHg.

$$UR = \frac{e}{e_s} 100 \quad (6)$$

em que:

UR = umidade relativa, %.

$$T_{pv} = \frac{186,4905 - 237,3 \log e}{\log e - 8,2859} \quad (7)$$

em que:

T_{pv} = temperatura do ponto de orvalho, °C;

e : pressão parcial de vapor d'água, mbar;

1 mbar=0,75 mmHg.

3.3 Energia solar

A irradiância solar global diária foi estimada utilizando-se a equação empírica proposta por Angstrom em 1924, citada por Vianello & Alves (2000).

$$R_g = R_o \left(a + b \frac{n}{N} \right) \quad (8)$$

em que:

R_g : irradiância solar global diária sobre uma superfície horizontal, ao nível do solo, J/m^2 ;

R_o : irradiância solar diária no "topo da atmosfera", J/m^2 ;

a e b : coeficientes válidos para latitudes de 0° a 60° norte ou sul;

$a = 0,29 \cos \phi$; ϕ : latitude local, graus; $b = 0,52$;

n : insolação diária, h;

N : duração astronômica do décimo quinto dia de cada mês (ou fotoperíodo médio), h.

Os valores de insolação total diária foram fornecidos pela Estação Climática Principal de Salinas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conforme Figura 3.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
INSOLAÇÃO TOTAL DIÁRIA

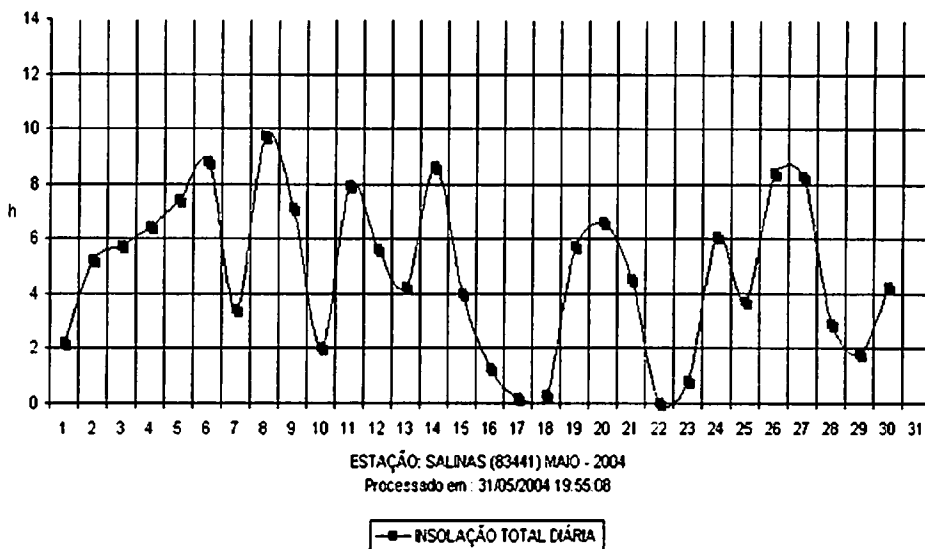


FIGURA 3 Valores de insolação total diária na estação de Salinas, no mês de maio (INMET, 2004).

Os valores de irradiância solar média diária no topo da atmosfera e a duração astronômica do período diurno (fotoperíodo) foram obtidos de Vianello & Alves (2000), conforme Tabelas 1A e 2A do Anexo A.

Segundo Vianello & Alves (2000), a entalpia é uma função termodinâmica definida pela relação:

$$h = u + P\alpha \quad (9)$$

em que:

u: a energia interna específica do ar;

P: pressão do ar;

α : o volume específico do ar.

A entalpia foi obtida por meio do gráfico psicrométrico com valores de temperatura do ar, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido ou temperatura de bulbo seco e umidade relativa.

3.4 Análises das farinhas

3.4.1 Análises físico-químicas

Umidade

Foi determinada segundo a técnica gravimétrica, com o emprego do calor em estufa ventilada à temperatura de 105°C, com verificações esporádicas até obtenção de peso constante, segundo a AOAC (1990).

Cinzas

O método, por meio gravimétrico, baseou-se na determinação da perda de peso do material submetido à incineração a 550°C em mufla, por 30 horas (AOAC, 1990).

Extrato etéreo

Os lipídios e substâncias lipossolúveis foram extraídos nas amostras com solvente orgânico (éter etílico). Na extração, utilizou-se o aparelho de extração contínua tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1990).

Proteína

A fração protéica foi determinada segundo o método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1990). O nitrogênio protéico da amostra, multiplicado pelo fator de conversão 6,25, correspondeu ao percentual de proteína das amostras.

Fibra bruta

Foi utilizado o método gravimétrico após a hidrólise ácida, segundo a metodologia descrita por Van de Kamer & Van Ginkel (1952).

FDN

Foi utilizado detergente neutro que possibilitou separar o conteúdo celular da parede celular, segundo a metodologia descrita por Van Soest (1967).

FDA

Foi utilizado a metodologia descrita por Van Soest (1967) para solubilizar o conteúdo celular e a hemicelulose, obtendo-se um resíduo constituído em quase totalidade por lignina e celulose.

Fração glicídica (extrato não nitrogenado)

O método utilizado foi o cálculo por diferença segundo a equação:

$\% \text{ F.G.} = 100 - (U + \text{EE} + P + F + C)$ sendo FG = fração glicídica (%); U = umidade (%); EE = extrato etéreo (%); P = proteína (%); F = fibra bruta (%) e C = cinzas (%), considerando a matéria integral, segundo método da AOAC (1990).

Valor calórico

Foram utilizados os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios, conforme Osborne & Voogt (1978).

Amido

Foi extraído por hidrólise ácida, segundo técnica da AOAC (1990) e identificado pelo método de Somogy, modificado por Nelson (1944). Os

resultados foram expressos em percentagem.

pH

Foi preparado um extrato com suspensão de 5g do produto em 50 mL de água destilada, e determinado o pH no líquido sobrenadante após 10 minutos de agitação, em pHmetro digital, de acordo com Cecchi (2003).

Acidez titulável

A análise foi feita no mesmo material usado para determinação do pH, conforme descrito por Cecchi (2003). A mistura foi agitada, utilizando-se agitador magnético, enquanto o NaOH era adicionado até que atingisse pH 8. O resultado foi expresso como miliequivalente da base seca por cem gramas da amostra na base seca:

$$\text{Acidez titulável} = \{N (\text{NaOH} \times 1000) \times \text{fator de correção} \times 100\} / \text{g(bs)}.$$

3.4.2 Análises físicas

Determinação da cor da farinha de batata

Foi determinada por meio de um colorímetro marca Minolta, modelo Chroma Meter CR – 3000, sistema L*a*b Color Space, por reflectância. Os parâmetros de cor, medidos em relação à placa de cor branco (L=97,02; a=5,37 e b=-3,63), foram: L= luminosidade [0 (cor preta) a 100 (cor branca)]; a= [-60,0 (verde) a +60,0 (vermelho)]; b= [-60,0 (azul) a +60,0 (amarelo)].

Granulometria

Foram pesados 100 g da farinha de batata e colocados em uma peneira nº10 com diâmetro interno das malhas igual a 2mm (dois milímetros) em agitador (Granuteste). O teste foi realizado em 10 minutos e a velocidade de

agitação ajustada para máxima. A fração retirada e a que passou através da peneira foram pesadas fornecendo as percentagens do produto em cada faixa de granulometria, conforme IMA (1993).

3.4.3 Viscosidade de pasta aparente

Para a determinação da viscosidade de pasta aparente foi utilizado o Analisador Rápido de Viscosidade (Rapid Viscosity Analyser - RVA), da EMBRAPA, no Rio de Janeiro, seguindo o perfil para materiais extrusados da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

A 4g de cada amostra (umidade ajustada para 14% em base úmida) foram adicionados 25g de água destilada e a suspensão formada pelo pó e pela água foi inicialmente cisalhada a 960 rpm durante 10 s. Para a medida propriamente dita, a suspensão foi mantida a 25°C por 4 minutos, para que se pudesse investigar a viscosidade do amido sob baixa temperatura (Arámbula et al., 1998; Whalen et al., 1997). Posteriormente, a mistura foi aquecida a 95°C, sob aumento constante de 14°C/min, mantida nesta temperatura por 3 minutos, resfriada a 25°C durante 5 minutos sob diminuição constante de 14 minutos e mantida a 25°C por mais 4 minutos, totalizando 21 minutos de análise, a 160 rpm.

Foram analisados os seguintes parâmetros: viscosidade a 4 minutos do início do teste a 25°C, temperatura inicial de pasta, viscosidade quando a temperatura atingiu 95°C, temperatura da viscosidade máxima no resfriamento, mínima e final e viscosidade a 25°C final e inicial no ciclo de resfriamento.

3.4.4 Microscopia eletrônica de varredura

As farinhas foram polvilhadas sobre uma fita de carbono dupla face, a qual se encontrava aderida a um suporte de alumínio (*stubs*), coberta com ouro no evaporador de ouro SCD 050 da BALTEC e observado em um microscópio

eletrônico de varredura MEV LEO 40 do Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultra-estrutural do Departamento de Fitopatologia da UFLA (Inglett & Munck, 1980).

As fotomicrografias das farinhas de batata obtidas por secagem em secador solar tipo túnel foram comparadas com a fotomicrografia do amido de batata comercial, devido à inexistência de farinha de batata no comércio local e ao foco da análise ser a visualização do grânulo de amido.

3.5 Delineamento experimental

O arranjo do fatorial 2^3 (bissulfito, branqueamento e corte) foi feito num delineamento em blocos incompletos, segundo o modelo de análise:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + B_j + W_k + C_l + (BW)_{jk} + (BC)_{jl} + (WC)_{kl} + (BWC)_{jkl} + e_{ijkl}$$

μ = média geral;

b_i = efeito aleatório de blocos i , $i=1, \dots, 4$;

B_j = efeito do bissulfito j , com 2 níveis;

W_k = efeito do branqueamento k , com 2 níveis;

C_l = efeito do corte l , com 2 níveis;

e_{ijkl} = efeito aleatório dos erros;

$e_{ijkl} \sim N(0,1)$.

O Modelo Linear Misto (Pinheiro, 2000) foi ajustado para os dados, utilizando-se o programa R 1.8.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Eficiência de secagem do secador solar tipo túnel

A secagem foi realizada do dia 12/05/2004 ao dia 28/05/2004 no secador solar tipo túnel, instalado na Escola Agrotécnica Federal no município de Salinas, Minas Gerais.

A secagem no secador solar tipo túnel durou, em média, 20 horas, tendo havido variações da temperatura ao longo do dia e entre os dias.

A temperatura foi medida ao longo da área de secagem do secador, de 30 em 30 minutos e não houve variação da temperatura na extensão da câmara de secagem, o que demonstra a eficiência do secador.

Não houve diferença no tempo de secagem entre os cortes ralada (RD) e fatiada (FT) e nem entre os tratamentos: sem tratamento (ST), com bissulfito de sódio (BS), branqueamento (BQ) e com bissulfito e branqueamento juntos (BB).

4.1.1 Primeiro ensaio

Os valores de temperatura de bulbo seco, umidade relativa e umidade absoluta do primeiro ensaio estão relacionados nas Figuras 4, 5 e 6.

Foram escolhidos, para todos os ensaios, os horários em que ocorreu maior balanço de radiação no período de secagem.

A entalpia, no mesmo período, teve, em relação ao ambiente, um acréscimo médio de 27,34 kJ/kg no primeiro dia e 20,64 kJ/kg no segundo dia de secagem.

No primeiro ensaio, ocorrido nos dias 12 e 13 de maio de 2004, verificou-se que a umidade relativa média do ar ambiente no período de 11:00 às 15:00 horas foi de 51,3% no primeiro dia e 53,4% no segundo dia.

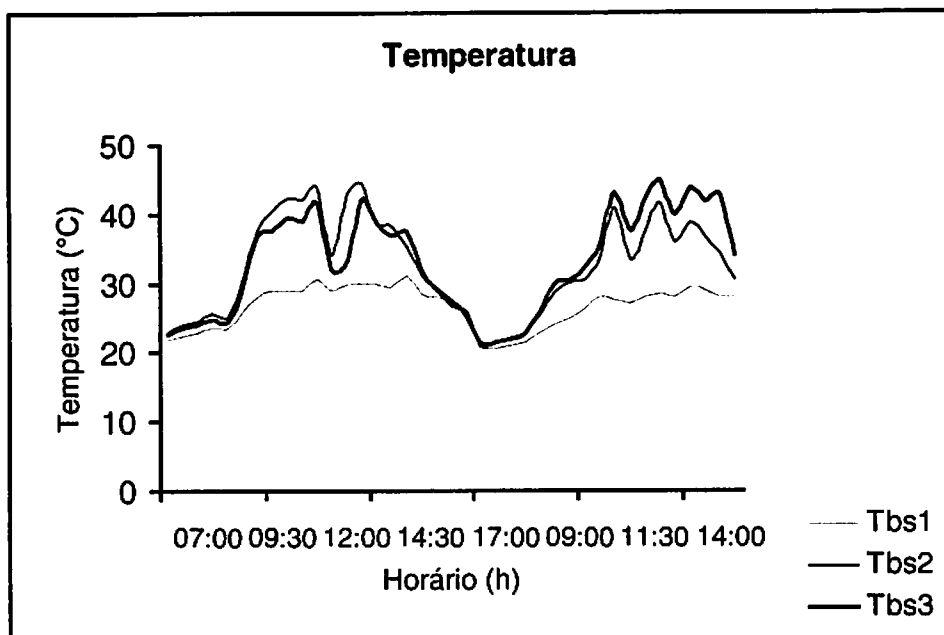


FIGURA 4 Temperaturas (°C) de bulbo seco do ar ambiente (Tbs1), do ar de secagem (Tbs2) e do ar de exaustão (Tbs3) medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 12 e 13 de maio de 2004 – 1º ensaio.

Para o relato da umidade relativa média, com o aquecimento de 10,4°C, no primeiro dia, a umidade relativa do ar de secagem caiu para 41,3%. No segundo dia, considerando o mesmo período, o aquecimento foi de 8,7°C fazendo a umidade relativa média do ar de secagem cair para 43,2%, aumentando a capacidade de secagem do ar.

Observou-se que, no início da manhã (7:00 às 9:00 h), a umidade relativa do ar de secagem apresentou valores altos, acima do ar ambiente. Com a queda de temperatura durante as madrugadas atingindo valores iguais ou inferiores à temperatura do ponto de orvalho, ocorreu condensação do vapor

d'água na parte interna e externa do secador. Isto fez aumentar, no início da secagem, a umidade relativa na parte interna do secador. Verificou-se que, no período de maior aquecimento solar, ocorreu uma inversão nos valores de umidade relativa. A umidade relativa do ar de secagem, em alguns instantes, apresentou valores acima do ar ambiente e do ar de exaustão, devido ao revolvimento da batata.

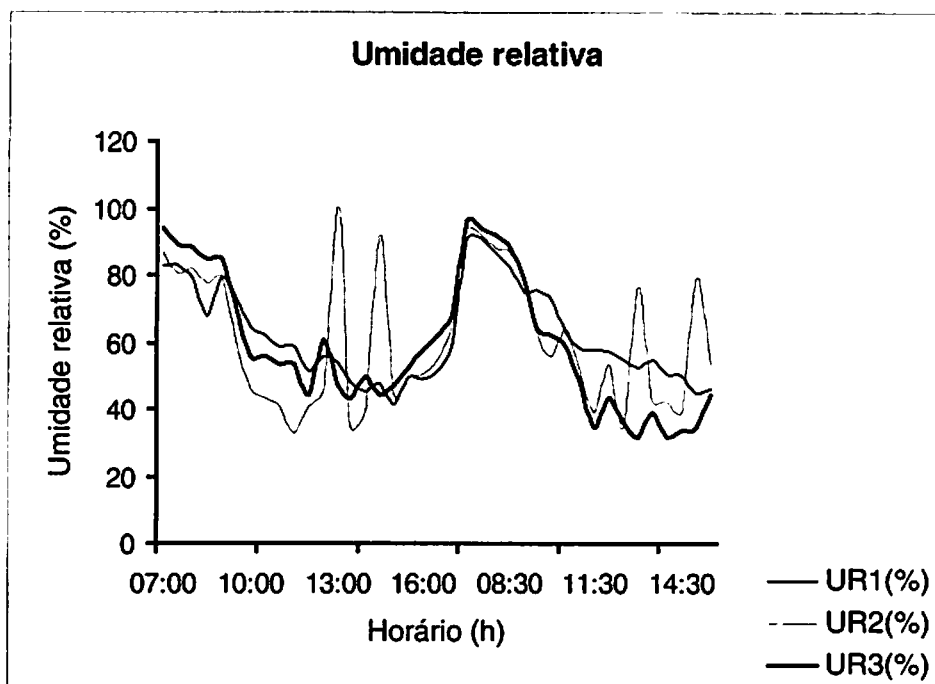


FIGURA 5 Umidades relativas (%) do ar ambiente (UR1), do ar de secagem (UR2) e do ar de exaustão (UR3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 12 e 13 de maio de 2004 – 1º ensaio.

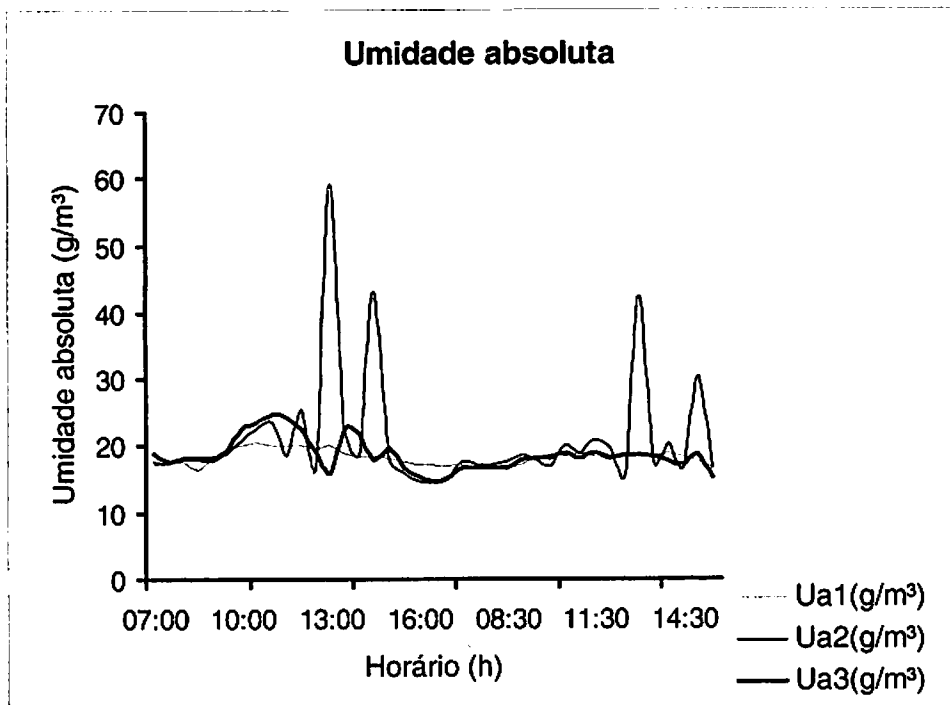


FIGURA 6 Umidades absolutas (g/m³) do ar ambiente (Ua1), do ar de secagem (Ua2) e do ar de exaustão (Ua3) medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 12 e 13 de maio de 2004 – 1º ensaio.

A umidade absoluta do ar de exaustão esteve acima da umidade absoluta do ar ambiente, demonstrando a capacidade de secagem do ar aquecido.

4.1.2 Segundo ensaio

Os valores de temperatura de bulbo seco, umidade relativa e absoluta do segundo ensaio estão relacionados nas Figuras 7, 8 e 9.

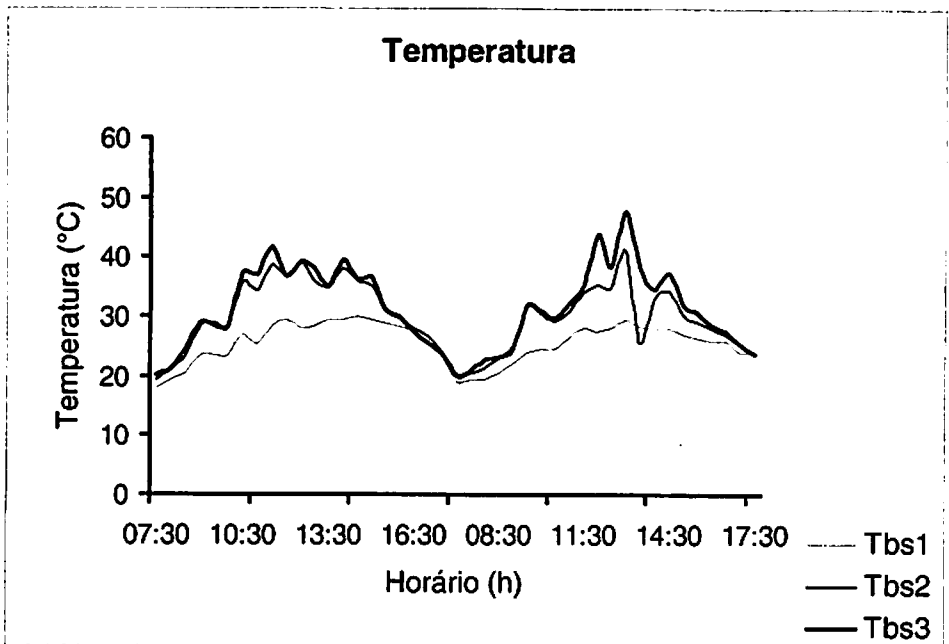


FIGURA 7 Temperaturas (°C) de bulbo seco do ar ambiente (Tbs1), do ar de secagem (Tbs2) e do ar de exaustão (Tbs3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 15 e 16 de maio de 2004 – 2º ensaio.

A entalpia do ar de secagem apresentou, no primeiro dia, um acréscimo médio em relação ao ar ambiente de 11,29 kJ/kg e 6,79 kJ/kg no segundo dia, considerando um período de 11:00 às 15:00 horas.

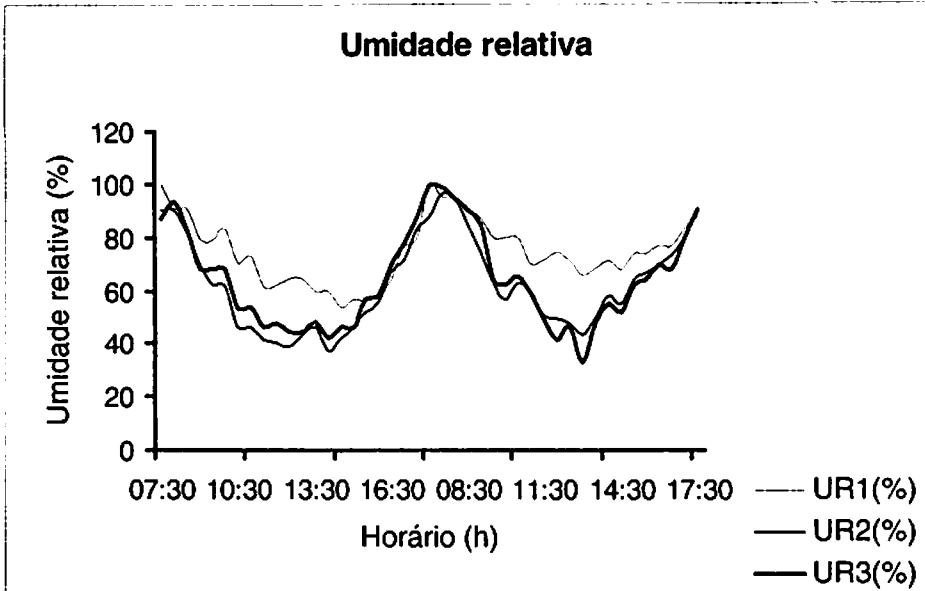


FIGURA 8 Umidades relativas (%) do ar ambiente (UR1), do ar de secagem (UR2) e do ar de exaustão (UR3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 15 e 16 de maio de 2004 – 2º ensaio.

No segundo ensaio, ocorrido nos dias 15 e 16 de maio de 2004, a umidade relativa média do ar ambiente esteve mais alta em relação ao 1º ensaio.

Verificou-se que, no período de 11:00 às 15:00 horas, o ar ambiente apresentava umidade relativa média de 61,7% e, no segundo dia, 70,3%. Com aquecimento de 7,9°C no primeiro dia, a umidade relativa média do ar de secagem caiu para 42,4%; no segundo dia, considerando o mesmo período, o aquecimento foi de 5,4°C, fazendo a umidade relativa média do ar de secagem cair para 52,9 %, maior, portanto, que no primeiro dia.

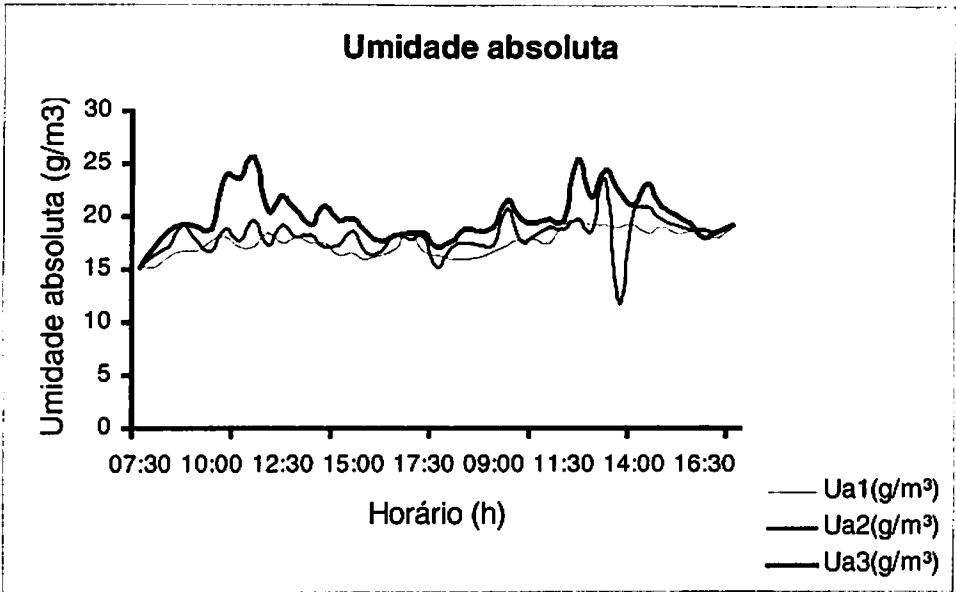


FIGURA 9 Umidades absolutas (g/m³) do ar ambiente (Ua1), do ar de secagem (Ua2) e do ar de exaustão (Ua3) medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 15 e 16 de maio de 2004 – 2º ensaio.

Nesse ensaio, a umidade relativa do ar ambiente esteve acima do ar de secagem durante um maior período em relação ao primeiro ensaio. Quanto maior o afastamento entre as linhas de umidade relativa do ar ambiente e do ar de secagem, maior o potencial de secagem do ar. Para determinada temperatura, quanto menor a umidade relativa maior o potencial de secagem do ar.

4.1.3 Terceiro ensaio

Os valores de temperatura de bulbo seco, umidade relativa e absoluta do terceiro ensaio estão relacionados nas Figuras 10, 11 e 12.

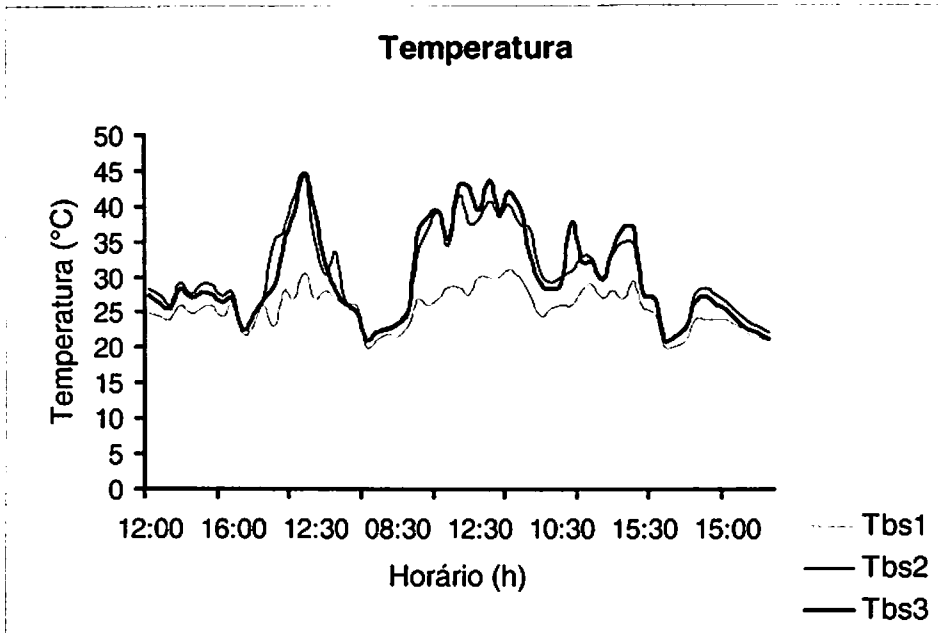


FIGURA 10 Temperaturas (°C) de bulbo seco do ar ambiente (Tbs1), do ar de secagem (Tbs2) e do ar de exaustão (Tbs3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 18 a 22 de maio de 2004 – 3º ensaio.

No terceiro ensaio, as condições psicrométricas do ar ambiente não foram tão favoráveis ao processo de secagem, pois o ar apresentou um menor potencial de secagem, com alta umidade relativa, ocorrendo precipitação pluviométrica e uma menor capacidade de aquecimento do ar ambiente. O tempo de secagem foi maior em relação aos demais ensaios.

No primeiro dia de secagem de 12:00 às 15:00 horas a entalpia teve um acréscimo em relação ao ar ambiente de 8,54 kJ/kg e nos dois dias seguintes entre 11:00 e 15:00 horas este valor ultrapassou 25,0 kJ/kg.

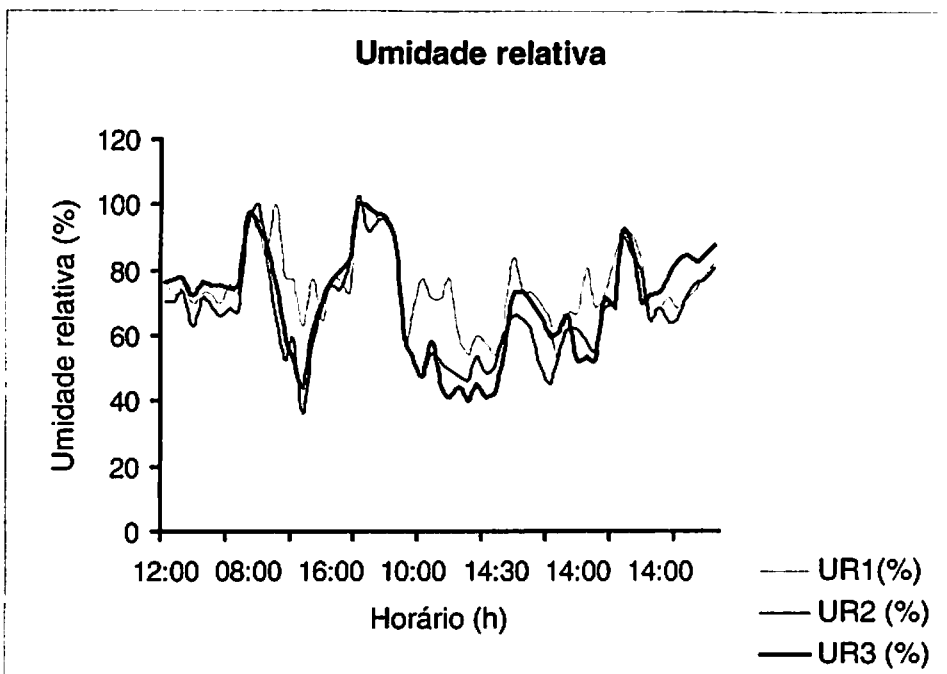


FIGURA 11 Umidades relativas (%) do ar ambiente (UR1), do ar de secagem (UR2) e do ar de exaustão (UR3) medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 18 a 22 de maio de 2004 – 3º ensaio.

Verificou-se, no primeiro dia de secagem, no período de 12:00 às 15:00 horas, umidade relativa média de 72,8%, um aquecimento de 3°C do ar ambiente, fazendo a umidade relativa do ar de secagem cair para 69,1%, valor ainda alto para secagem de batata. No segundo dia, no período de 11:00 às 15:30 horas, a umidade relativa média do ar ambiente foi de 70,6%, com aquecimento de 9,8°C e o ar de secagem atingiu valor médio de 55,5%. Nos demais dias, considerando aqueles períodos de maior aquecimento, quando o ar ambiente atingiu os valores máximos do balanço de energia solar, a umidade relativa média do ar ambiente esteve acima de 63,0%.

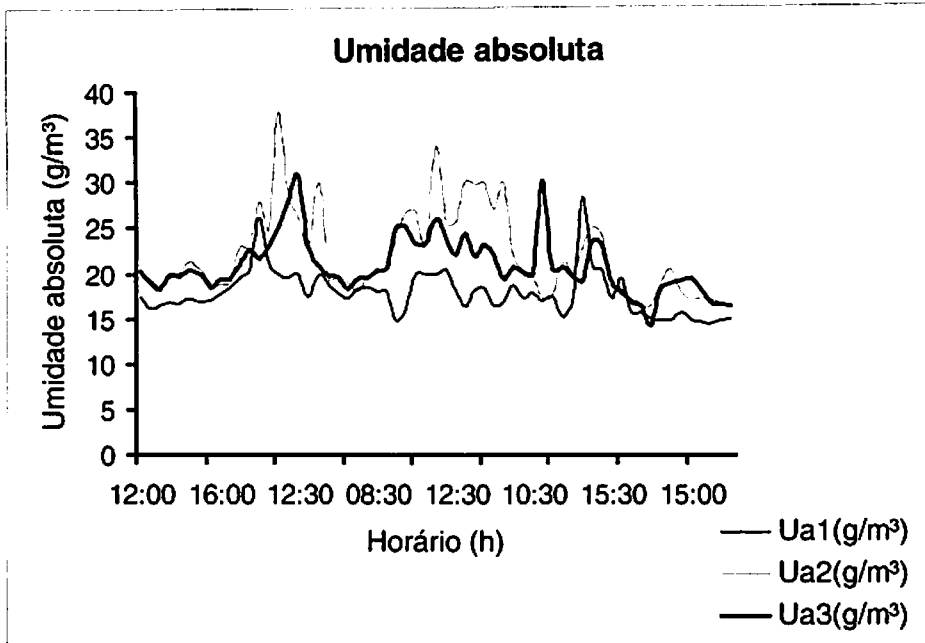


FIGURA 12 Umidades absolutas (g/m^3) do ar ambiente (Ua1), do ar de secagem (Ua2) e do ar de exaustão (Ua3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 18 a 22 de maio de 2004 – 3º ensaio.

Como mostra a Figura 11, a umidade relativa do ar ambiente, ar de secagem e de exaustão apresentam maiores oscilações. A umidade relativa do ar de secagem esteve acima de 60% durante um longo período durante a secagem, atingindo o valor de 40% por um curto período, demonstrando uma baixa capacidade do ar de secagem, demandando, como dito anteriormente, maior tempo para secagem.

Mesmo com um baixo potencial de secagem, a umidade absoluta do ar de exaustão esteve acima do valor de umidade absoluta do ar ambiente.

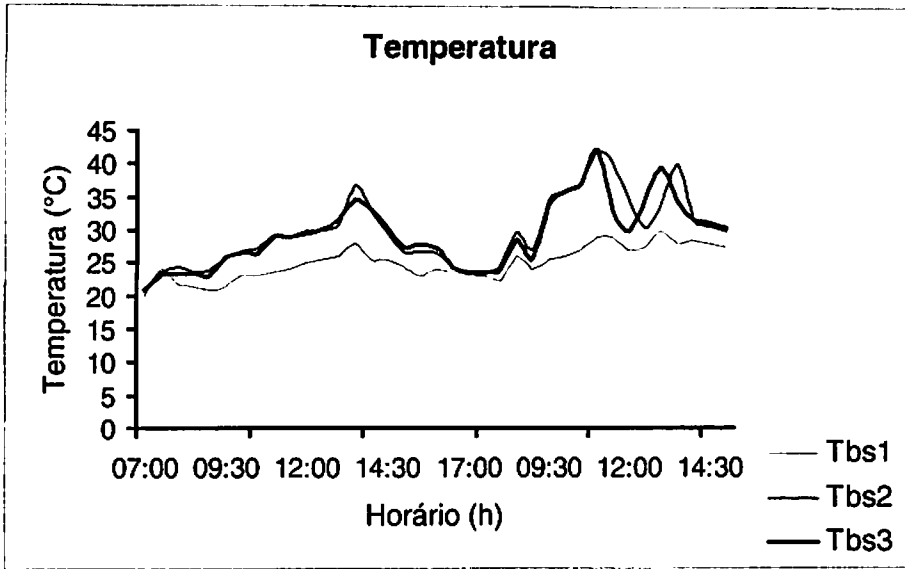


FIGURA 13 Temperaturas (°C) de bulbo seco do ar ambiente (Tbs1), do ar de secagem (Tbs2) e do ar de exaustão (Tbs3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 27 e 28 de maio de 2004 – 4º ensaio.

4.1.4 Quarto ensaio

Os valores de temperatura de bulbo seco, umidade relativa e absoluta do quarto ensaio estão relacionados nas Figuras 13, 14 e 15.

A entalpia do ar de secagem teve um acréscimo médio de 11,06 kJ/kg em relação ao ar ambiente, no período de 11:00 às 15:00 horas no primeiro dia, enquanto que, no segundo, este acréscimo foi de 16,01 kJ/kg.

No quarto ensaio, a umidade relativa do ar ambiente, no período de 11:00 às 15:00 horas, esteve, em média, em torno de 68,5% no primeiro dia e 61,2% no segundo dia de secagem. Com o aquecimento do ar, a umidade

relativa do ar de secagem atingiu, em média, 57,6% no primeiro dia e 51,8% no segundo.

Analisando-se o gráfico de umidade relativa (Figura 14), verifica-se que, em determinados momentos do período da manhã, particularmente no início da secagem, os valores de umidade relativa do ar de secagem e ar de exaustão ficaram acima da umidade relativa do ar ambiente. Quando o produto está mais seco, corre risco de reumedecer. Isso ocorre se as condições de temperatura e umidade relativa do ar de secagem estiverem acima das condições de equilíbrio higroscópico do produto.

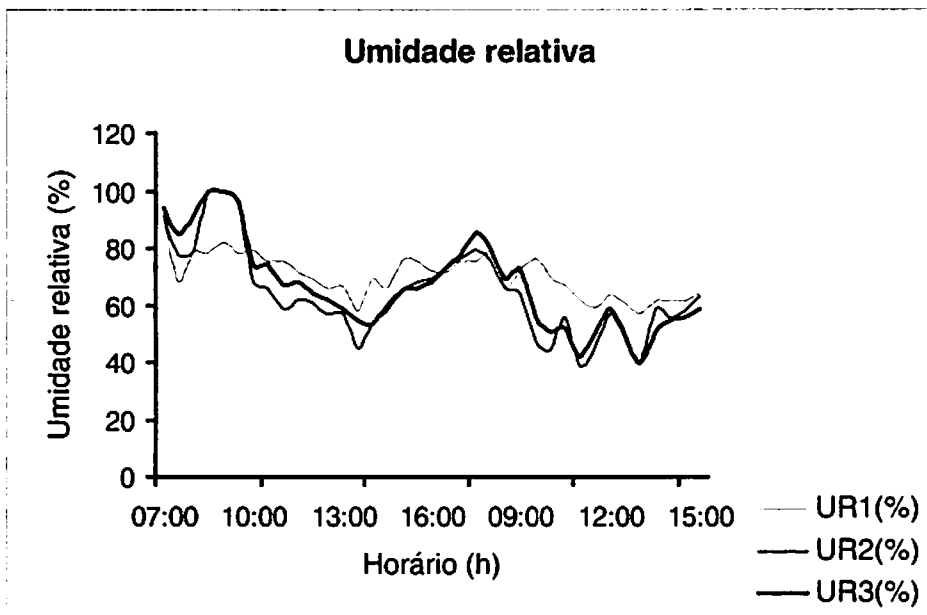


FIGURA 14 Umidades relativas (%) do ar ambiente (UR1), do ar de secagem (UR2) e do ar de exaustão (UR3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 27 e 28 de maio de 2004 – 4º ensaio.

Quando começa a ocorrer um maior aquecimento, as condições psicrométricas no secador se invertem, a umidade relativa do ar de secagem atinge valores mais baixos, aumentando a capacidade de secagem do ar.

A umidade absoluta do ar de exaustão esteve acima dos valores de umidade absoluta do ar ambiente durante todo o período de secagem.

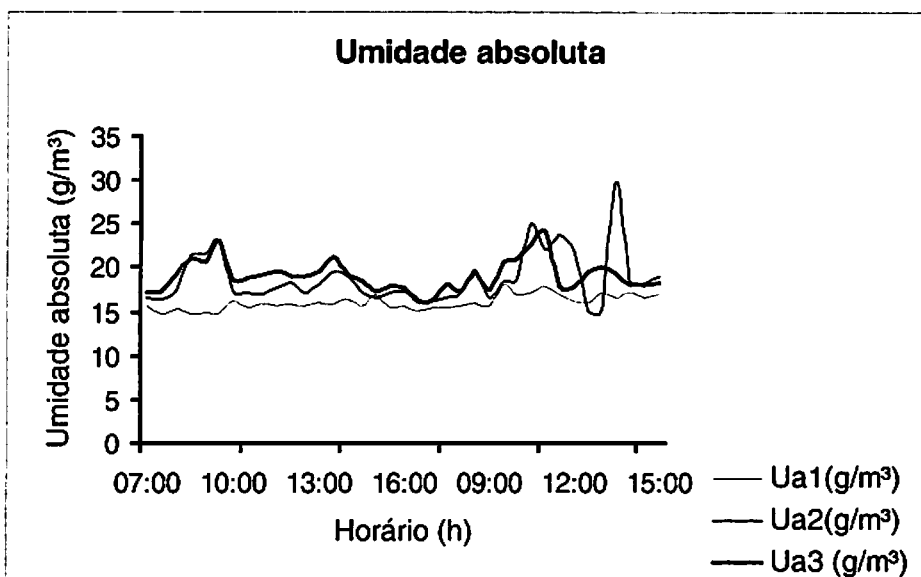


FIGURA 15 Umidades absolutas (%) do ar ambiente (UR1), do ar de secagem (UR2) e do ar de exaustão (UR3), medidas no secador solar tipo túnel, nos dias 27 e 28 de maio de 2004 – 4º ensaio.

4.1.5 Energia solar

Os valores de insolação total diária, irradiância solar global diária e a razão de insolação estão relacionados na Tabela 2.

A tabela de insolação e irradiância mostra as condições de energia solar durante os ensaios. No mês de maio, para a latitude de Salinas, os dias apresentaram um fotoperíodo médio de 11,3 horas. Portanto, a razão de insolação, relação percentual entre insolação e fotoperíodo, apresentou valores baixos. A maior razão de insolação ocorreu no dia 20, que foi de 55,7%. Neste período verificou-se que a umidade relativa esteve alta. Quanto menor a razão de insolação e maior a umidade relativa do ar ambiente, menor será o desempenho energético do secador solar.

TABELA 2 Insolação total diária (n horas), irradiância solar global diária (Rg, MJ/m²) e razão de insolação (%) em Salinas, no mês de maio de 2004.

Dia	n (horas)	Rg (MJ/m ²)	Razão de insolação(%)
12	5,8	15,4780	51,30
13	4,1	13,2580	36,20
15	4,0	13,1280	35,30
16	1,6	9,9940	14,10
18	0,2	8,1650	0,17
19	5,8	15,4780	51,30
20	6,3	16,1310	55,70
21	4,3	13,5190	38,05
22	0,0	7,9040	0,00
27	0,8	8,9490	0,70
28	6,0	15,7390	53,09

4.2 Farinha de batata

Após a saída do secador, as batatas secas passaram pelo processo de moagem e obteve-se, então, a farinha de batata. O rendimento médio da farinha de batata produzida no secador solar tipo túnel foi de 17%.

4.2.1 Análises físico-químicas

Nas Figuras 16 a 23, os significados das legendas são: C = cortes, subdivididos em FT = fatiado e RD = ralado. Os tratamentos estão assim representados: ST (0:0), BS (0:1), BQ (1:0) e BB (1:1). Por meio da Figura 16, verifica-se que o teor de umidade na farinha de batata que foi submetida ao branqueamento teve valores de umidade maiores quando comparado ao das que não foram branqueadas.

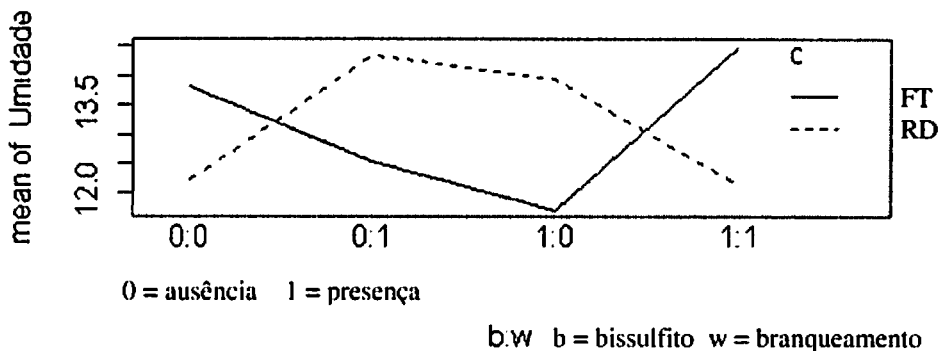


FIGURA 16 Gráficos das médias de umidade (% bu), das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Isso provavelmente se deve ao fato do tratamento a 80°C/3min poder ter proporcionado maior capacidade de absorção de água à estrutura do amido e ainda iniciar o processo de cozimento, dificultando o processo de secagem. Neste experimento, a variação dos níveis corte, FT e RD acompanhou a variação dos teores de umidade dos tratamentos ST, BS, BB e BQ.

Observou-se também que, para batata fatiada, a presença de bissulfito fez cair os teores de umidade, o que possivelmente deve-se ao fato desse componente facilitar o processo de remoção de água do interior do produto.

De acordo com Silva (1991), na farinha com umidade acima de 14%, há possibilidade de desenvolvimento de microrganismos, como fungos e diminuição da estabilidade da farinha (uma vez que a água é um componente essencial para que as reações químicas e enzimáticas ocorram), diminuindo, assim, a sua vida útil. Segundo IMA (1993), o teor de umidade padrão para farinha de mandioca deve estar, no máximo, em 13%.

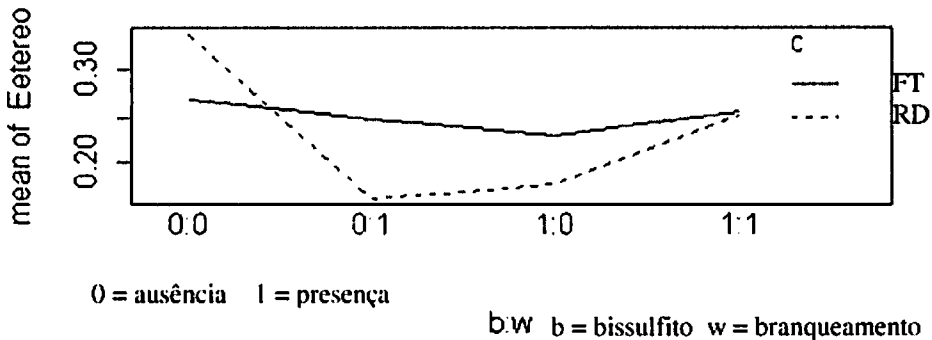


FIGURA 17 Gráficos das médias do extrato etéreo (%. bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Na Figura 17, a presença dos tratamentos bissulfito e branqueamento fez diminuir os teores de extrato etéreo. Os valores médios para as farinhas obtidas de batata fatiada foram maiores quando comparados aos da batata ralada. No trabalho realizado por Oliveira et al. (2004), o valor encontrado para extrato etéreo foi de 0,49% para a farinha de batata obtida por secagem solar. Borba (2000) encontrou um teor de 0,7% de lipídios para farinha de batata.

Observou-se que os valores médios de proteínas decrescem quando são aplicados os tratamentos. Quando ocorreu bissulfito x branqueamento, obtiveram-se as menores médias, tanto para batata fatiada quanto para batata ralada, provavelmente provocadas pela ação do bissulfito sobre as proteínas, já que somente na presença de branqueamento esses valores foram maiores, conforme Figura 18.

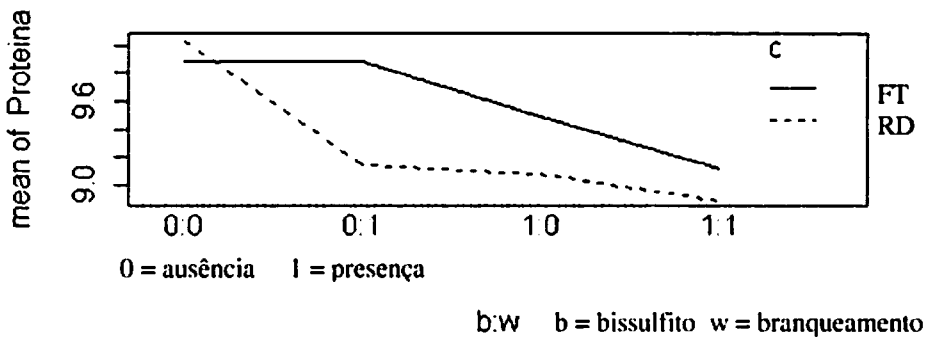


FIGURA 18 Gráficos das médias de proteína (% bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Silva (1991) e Pereira (1999) encontraram, em amostras de farinhas de batata-doce, 2,56% e 8,78% de proteína, respectivamente. Embora a batata não seja uma fonte protéica importante, do ponto de vista quantitativo, em termos nutricionais a qualidade de sua proteína é elevada, pois é constituída de aminoácidos essenciais, como a metionina e cisteína, sendo, às vezes, limitante para os requerimentos nutricionais humanos (Coelho, 1998).

Quanto ao teor de cinzas, Oliveira et al. (2004) relataram que a farinha de batata obtida por meio de secagem solar apresentou 1,87% de cinzas. Por meio da Figura 19, nota-se que a presença de branqueamento elevou os teores de cinza na farinha de batata produzida, enquanto que, na presença do bissulfito, esses valores diminufram. Um alto teor de cinzas fornecerá um maior teor de sais minerais (Ciacco, 1986).

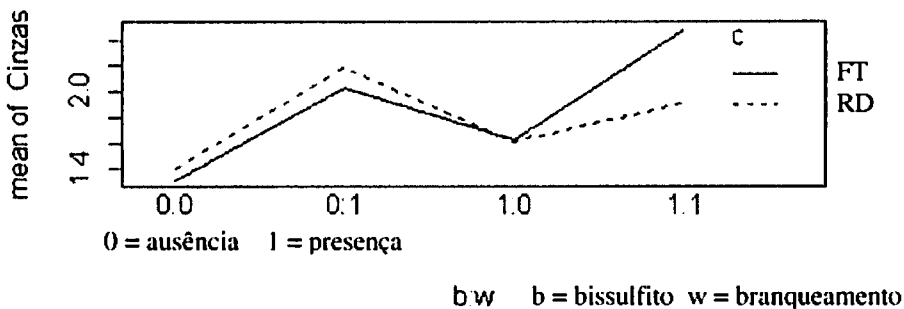


FIGURA 19 Gráficos das médias de cinzas (% , bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Quanto à fração glicídica, Oliveira et al. (2004) encontraram valores de 80,51% para farinha de batata com secagem ao sol, enquanto Willard (1975) obteve 78%.

Em relação ao teor de glicídios, quando o bissulfito foi aplicado para farinha obtida de batata fatiada, seu teor aumentou, possivelmente pelo menor teor de umidade, já que, para glicídios, o teste utilizado foi pela diferença. Ainda para a farinha obtida de batatas fatiadas, quando foi aplicado o branqueamento x bissulfito, o teor de glicídios diminuiu, devido ao maior teor de umidade desse tratamento, conforme discutido anteriormente. Os tratamentos aplicados à farinha proporcionaram maior variação quando aplicados à farinha FT do que à RD, de acordo com a Figura 20.

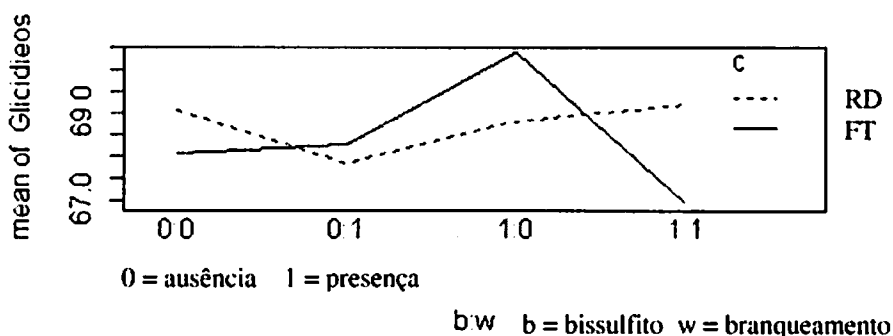
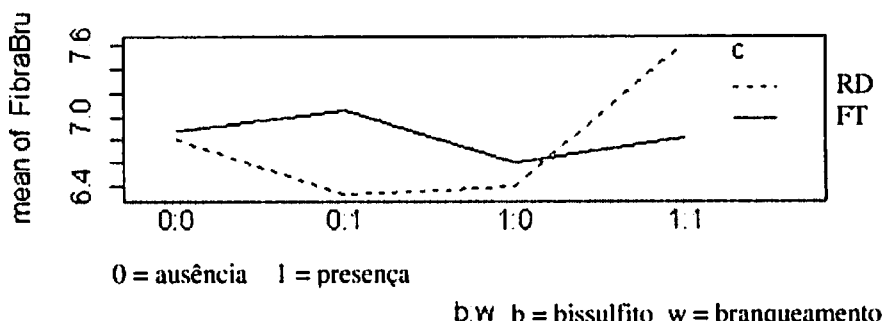
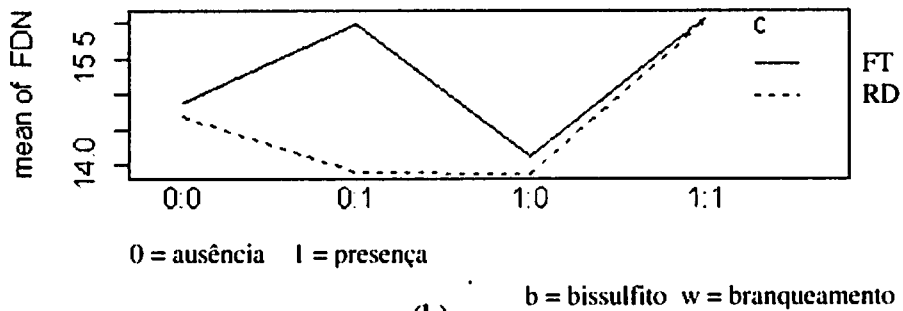


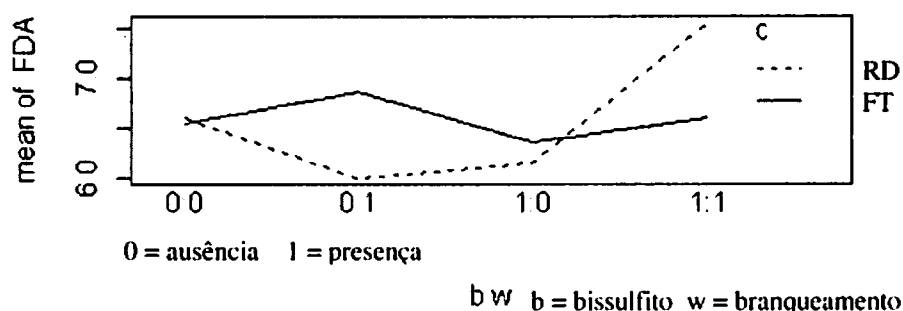
FIGURA 20 Gráficos das médias de glicídios (% , bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 21 Gráficos (a), (b) e (c) representam as médias de fibra bruta (% bs), FDN (% bs) e FDA (%bs), respectivamente, das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Observando-se as Figuras 21(a) e 21(c), verifica-se que os tratamentos proporcionaram às farinhas comportamento parecido comparando-se fibra bruta e FDA. As médias para as farinhas obtidas de batatas fatiadas foram maiores do que as obtidas de batata ralada, exceto para a fibra bruta e FDA, em que a presença do bissulfito x branqueamento provocou uma inversão nos valores médios. Na Figura 21(b) nota-se que a presença do bissulfito e branqueamento proporcionou um aumento médio no teor da fibra.

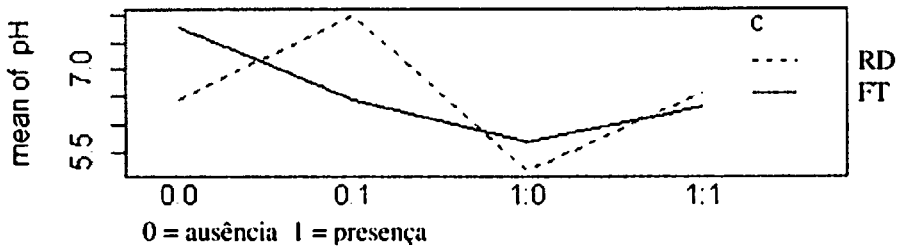
Quanto ao teor de fibra bruta, Oliveira et al. (2004) encontraram valores de 3,54% para as amostras secas ao sol, valores estes inferiores ao encontrado neste trabalho.

TABELA 3 Valores médios¹ de valor calórico total -VCT (cal) e amido (%) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

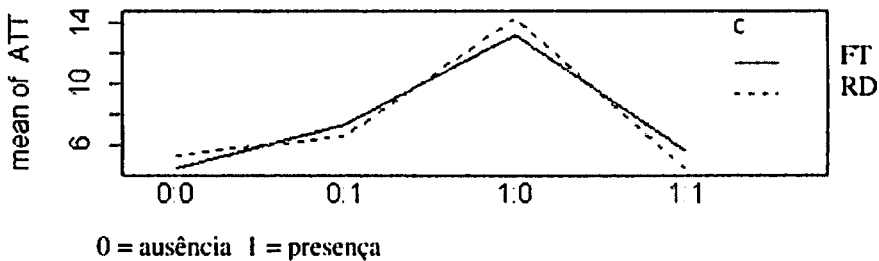
Farinha de batata	Tratamento	VCT (cal)	Amido (%)
FT	ST	314,34	79,05
	BS	321,47	80,57
	BQ	314,88	68,58
	BB	306,48	76,52
RD	ST	319,48	78,57
	BS	314,20	79,95
	BQ	309,54	68,65
	BB	314,58	76,71

¹Média de 3 observações.

Os resultados dos valores médios de valor calórico total (VCT) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel estão apresentados na Tabela 3.



b w b = bissulfito w = branqueamento
(a)



b.w b = bissulfito w = branqueamento
(b)

FIGURA 22 Gráficos (a) e (b) representam as médias de pH e ATT, respectivamente, das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

O valor calórico total para farinha de batata produzida em secador solar tipo túnel variou de 306,48 –321,47 cal. Borba (2000) encontrou valor calórico total para farinha de batata de 348 calorias, que difere do encontrado neste trabalho.

Os maiores valores de amido foram apresentados pelas farinhas do tratamento BS, seguidas pelas ST, depois pelas do tratamento BB e, finalmente, pelas farinhas BQ. Observou-se ainda que esta seqüência é a mesma para as farinhas obtidas, tanto a partir do corte fatiado quanto para as farinhas de batata ralada.

Na Figura 22(a) nota-se, para a farinha de batata fatiada, que a presença do branqueamento e a do bissulfito isolados diminuiram os valores médios do pH, no entanto, bissulfito x branqueamento elevou esses valores. Para a farinha de batata ralada, o branqueamento aumentou os valores médios de pH e a presença do bissulfito os diminuiu.

Reis et al. (2004) relatam valores médios de pH de 5,91 para a farinha obtida de batatas com secagem solar.

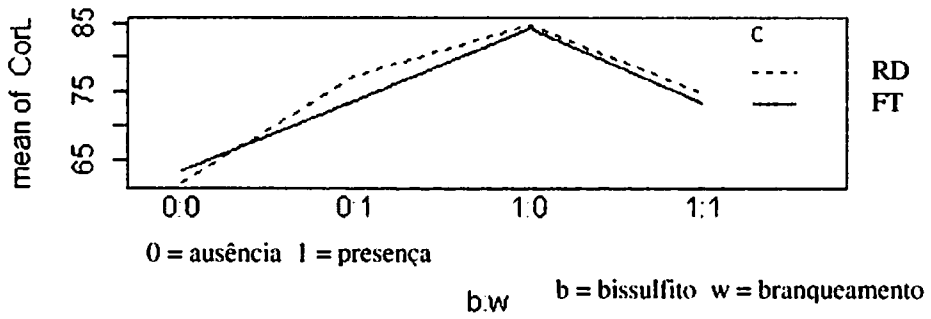
Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção da qualidade (Cecchi, 2003). Observa-se, nos valores médios de ATT, que a presença do bissulfito acentuou o crescimento da média, sendo que a farinha de batata ralada possui média superior à da batata fatiada. Porém, quando bissulfito x branqueamento esteve presentes, ocorreu uma queda nos valores médios de ATT.

4.2.2 Análises físicas

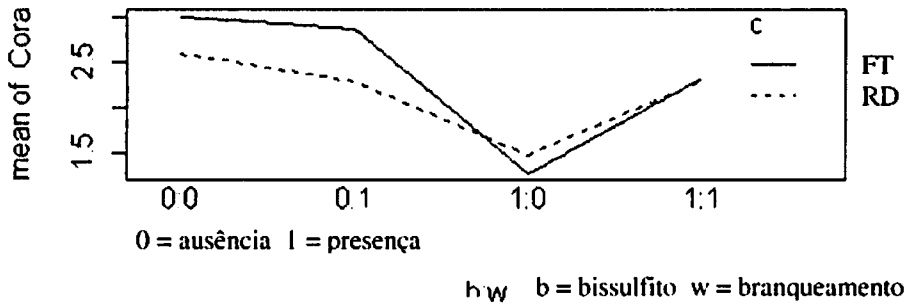
Pode-se verificar, na Figura 23(a), que as farinhas obtidas com batatas tratadas com bissulfito de sódio obtiveram valores de L mais elevados, próximos à região da cor branco padrão de reflectância (97,02), seguido do branqueamento, podendo-se dizer que, provavelmente, o bissulfito e o

branqueamento, separadamente, foram eficientes na inibição do escurecimento na produção de farinha de batata, uma vez que, na ausência destes tratamentos, a farinha apresentou valores inferiores de L. Os valores médios de L da farinha de batata ralada foram maiores que a farinha de batata fatiada.

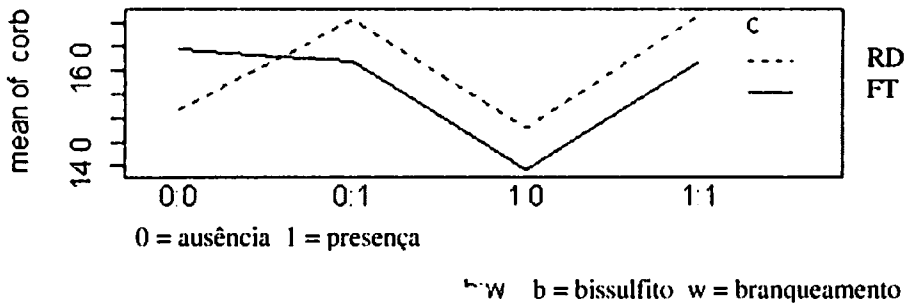
Para todos os tratamentos, os valores médios estiveram abaixo do valor da cor branco padrão de reflectância para o parâmetro a (5,37); quando foi empregado o bissulfito de sódio isoladamente obtiveram-se os menores valores do parâmetro a quando comparados aos outros tratamentos, conforme Figura 23 (b).



(a)



(b)



(c)

FIGURA 23 Gráficos (a), (b) e (c) representam as médias dos parâmetros L, a e b, respectivamente, das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Para o parâmetro b , os valores médios da farinha de batata ralada foram maiores que para a farinha de batata fatiada, porém, para todos os tratamentos, os valores médios estiveram acima do valor da cor branco padrão de reflectância (-3,63). Na presença de bissulfito, os valores médios foram menores para os tipos de corte, de acordo com a Figura 23(c).

Segundo as Normas de Padronização e Classificação dos Produtos de Origem Vegetal do Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA (1993), a farinha de mandioca pode ser classificada em:

- fina: quando ficar retida até 30% na peneira 10 (malha de 2 mm);
- grossa: aquela que ficar retida mais de 30% na peneira 10 (malha de 2 mm).

Os resultados da granulometria das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel, estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 Valores médios¹ da granulometria das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

Farinha de batata	Tratamento	Farinha retida na peneira 10 (%)	Classificação
FT	ST	25	Fina
	BS	24	Fina
	BQ	20	Fina
	BB	27	Fina
RD	ST	22	Fina
	BS	23	Fina
	BQ	20	Fina
	BB	28	Fina

¹Média de 3 observações.

4.3 Viscosidade de pasta aparente

De acordo com Deis (1998), a fécula de batata é um dos amidos com a mais baixa temperatura de gelatinização, possuindo o mais alto pico de viscosidade e estabilidade ao cozimento prolongado.

Neste trabalho, utilizando-se a farinha de batata produzida em secador solar tipo túnel, a temperatura inicial de pasta, ou seja, a temperatura na qual começa a absorção de água pelo amido e a ocorrerem mudanças na estrutura do amido, situou-se em 77°C.

Os valores da viscosidade de pasta aparente diferiram entre si em relação aos tratamentos, quando comparados no mesmo corte e quando avaliados entre cortes.

A temperatura da viscosidade máxima no ciclo de aquecimento esteve na faixa dos 78°C- 80°C. Farhat et al. (2001), analisando a viscosidade de pasta do amido de batata no RVA, encontraram valores de 60°C para temperatura inicial de pasta e 78°C para temperatura da viscosidade máxima no ciclo de resfriamento.

Durante o resfriamento, a viscosidade alcançou valores muito elevados, o que demonstra uma tendência à retrogradação.

Nas Tabelas 5 e 6 estão apresentados os resultados da viscosidade de pasta aparente das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Nas Figuras 24, 25, 26 e 27 são apresentados os gráficos da viscosidade de pasta aparente das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Paterson et al. (1997), estudando a ação de sulfito de sódio sobre o amido de mandioca, verificaram que o bissulfito pode interferir na estrutura do amido, conseqüentemente alterando seu comportamento viscoamilográfico.

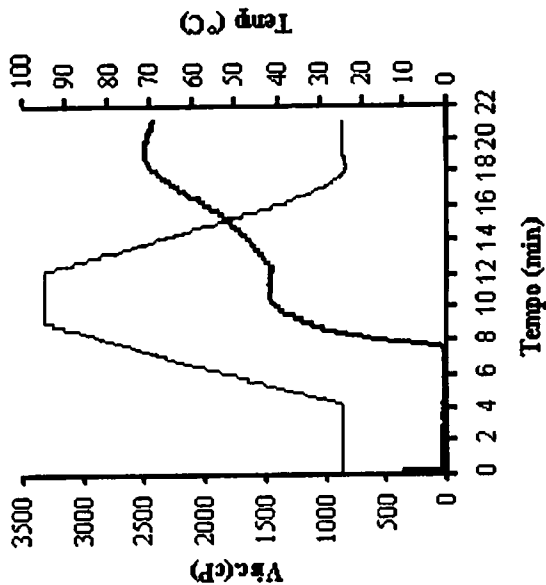
TABELA 5 Parâmetros da viscosidade de pasta, das farinhas de batatas fatiadas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel

Parâmetros da viscosidade de pasta	Farinha de batatas fatiadas			
	Tratamentos			
	ST	BS	BQ	BB
Viscosidade a 4 minutos (cP)	27,25	27,35	20,75	20,75
TIP (°C)	77,94	77,11	77,74	77,86
Viscosidade a 95°C inicial (cP)	1346,13	1676,63	1532,25	1308,63
Viscosidade a 95°C final (cP)	1461,25	1505,38	1597,75	1501,63
Viscosidade a 95°C máxima (cP)	1473,25	1690,63	1640,50	1507,00
Viscosidade máxima no resfriamento (cP)	2493,75	2334,00	2678,13	2445,38
Temperatura visc. máxima (°C)	24,89	24,95	24,76	24,88
Temperatura visc. mínima (°C)	94,99	95,00	95,08	94,99
Temperatura visc. final (°C)	94,93	94,98	94,94	94,99
Viscosidade a 25°C inicial (cP) ciclo resfriamento	2379,13	2202,63	2599,50	2332,13
Viscosidade a 25°C final (cP) ciclo resfriamento	2429,88	2300,38	2652,88	2384,63

TABELA 6 Parâmetros da viscosidade de pasta, das farinhas de batatas raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel

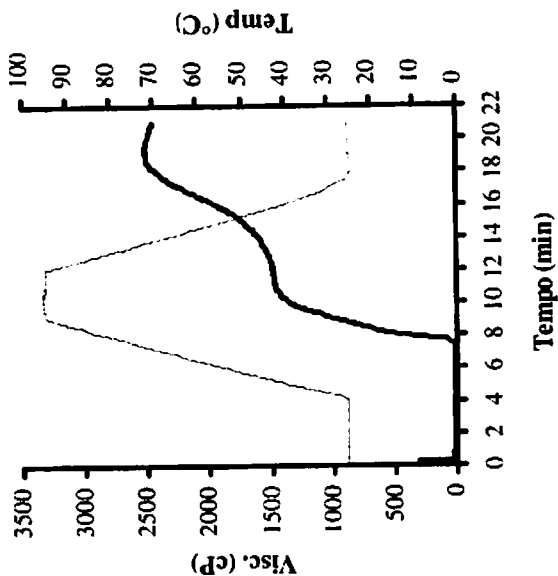
Parâmetros da viscosidade de pasta	Farinha de batatas raladas			
	Tratamentos			
	ST	BS	BQ	BB
Viscosidade a 4 minutos (cP)	19,13	19,75	19,25	19,88
TIP (°C)	77,81	77,79	77,90	77,63
Viscosidade a 95°C inicial (cP)	1204,13	1393,25	1402,25	1107,25
Viscosidade a 95°C final (cP)	1486,38	1309,75	1575,25	1440,00
Viscosidade a 95°C máxima (cP)	1488,88	1434,25	1575,63	1442,38
Viscosidade máxima no resfriamento (cP)	2513,50	2138,13	2644,38	2625,63
Temperatura visc. máxima (°C)	24,85	24,94	24,96	24,88
Temperatura visc. mínima (°C)	95,01	95,05	95,00	95,03
Temperatura visc. final (°C)	94,93	94,94	94,96	94,99
Viscosidade a 25°C inicial (cP) ciclo resfriamento	2383,75	2019,50	2468,00	2473,63
Viscosidade a 25°C final (cP) ciclo resfriamento	2452,38	2097,63	2619,00	2577,25

ST/FT



— Visc (cP)
— Temp (°C)

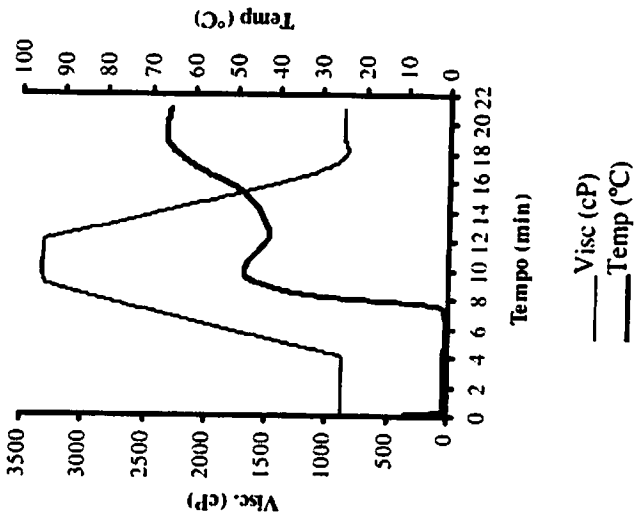
ST/RD



— Visc (cP)
— Temp (°C)

FIGURA 24 Gráficos de viscosidade de pasta aparente das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento ST, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

BS/FT



BS/RD

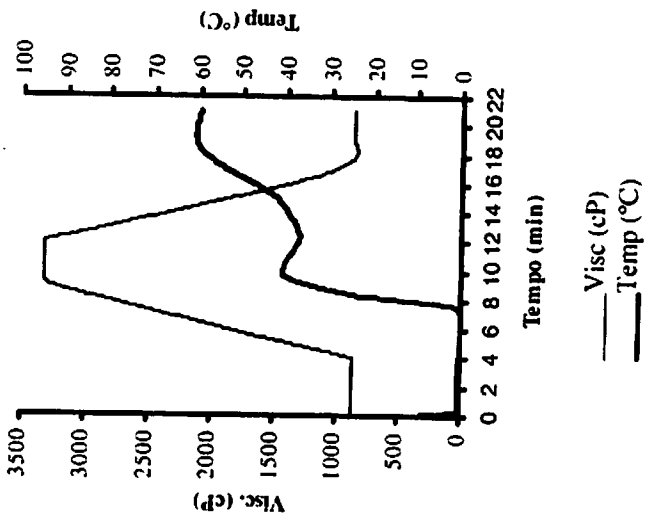
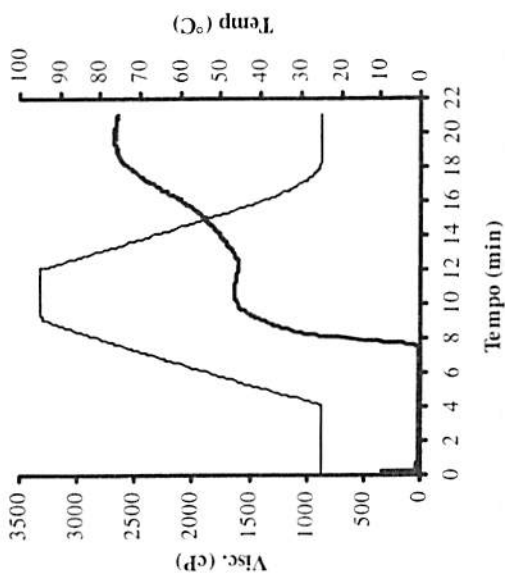


FIGURA 25 Gráficos de viscosidade de pasta aparente das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento BS, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

BQ/RT



BQ/ST

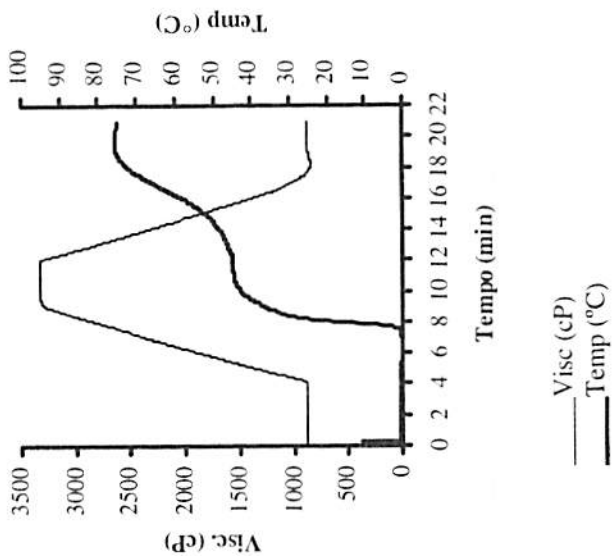
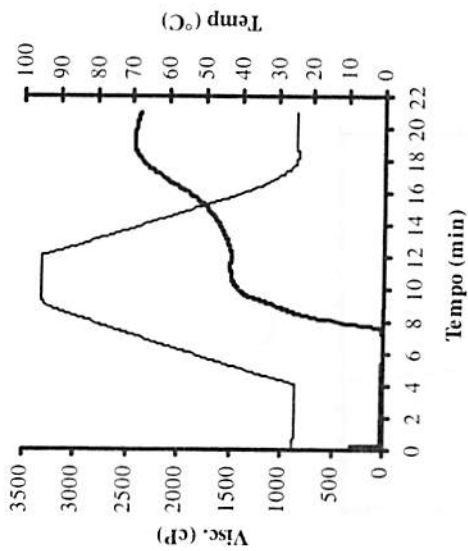


FIGURA 26 Gráficos de viscosidade de pasta aparente das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento BQ, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

BB/ST



BB/RD

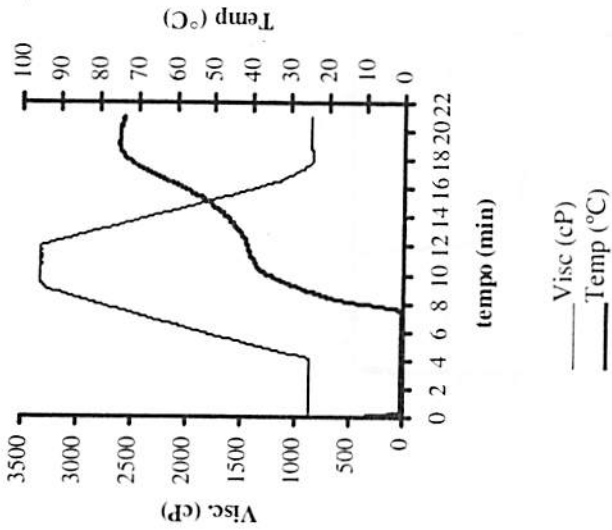
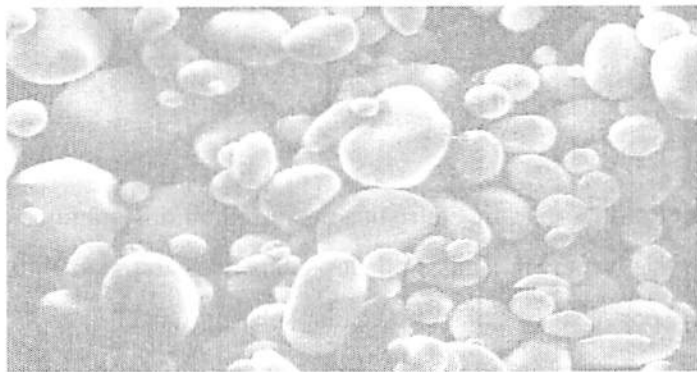


FIGURA 27 Gráficos de viscosidade de pasta aparente das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

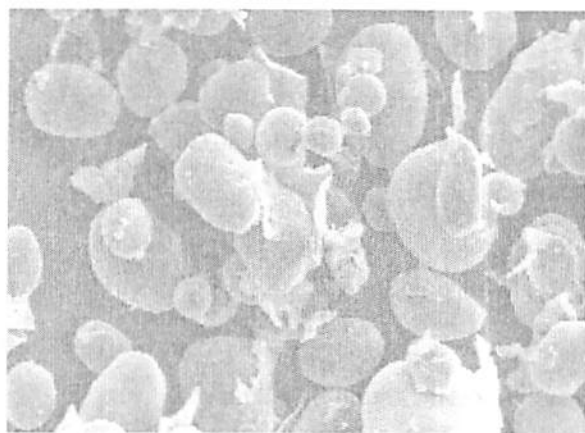
4.4 Microscopia eletrônica de varredura

O amido de batata comercial foi utilizado como parâmetro para a comparação entre as fotomicrografias, pelo fato do mesmo não ter passado pelos tratamentos utilizados nesse trabalho. As análises de microscopia de varredura realizadas nas amostras de farinha de batata produzida em secador solar tipo túnel mostram que em todos os tratamentos (ST, BS, BQ e BB) e que para os dois cortes (RD e FT) aconteceram modificações na estrutura do grânulo do amido quando comparados ao amido de batata comercial. Isso, provavelmente se deve às altas temperaturas a que a batata foi submetida durante o período de secagem no secador solar tipo túnel e ou ao efeito que o tratamento térmico e talvez deve-se ainda ao efeito da moagem da batata em farinha, a ação do bissulfito ou a associação destes sob a estrutura do grânulo de amido. Quando comparadas as fotomicrografias entre si, percebeu-se que, no tratamento BB, os fragmentos aparentaram ser maiores do que nos tratamentos ST, BS e BQ, conforme pode ser observado comparando-se as Figuras 28, 29, 30 e 31.

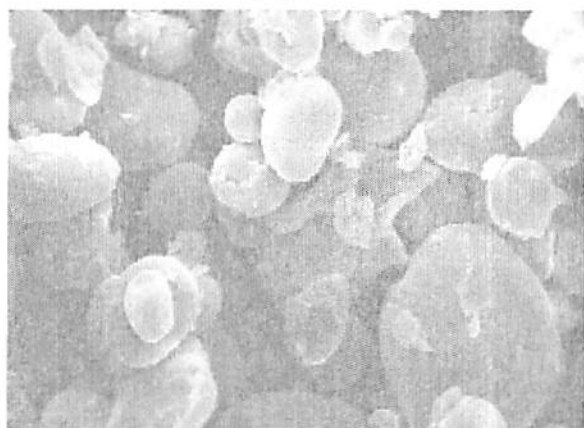


Amido de batata comercial

FIGURA 28 Fotomicrografia eletrônica de varredura dos grânulos de amido de batata comercial (14% umidade, bu).

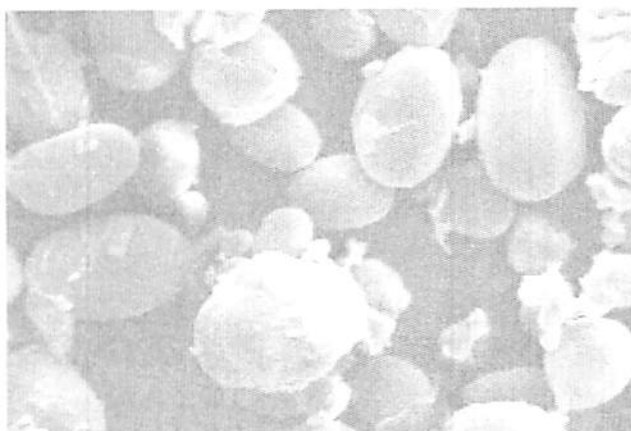


ST/FT

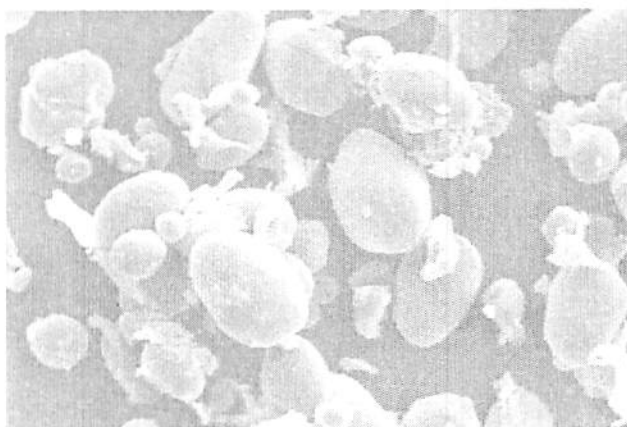


ST/RD

FIGURA 29 Fotomicrografia eletrônica de varredura dos grânulos das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento ST, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

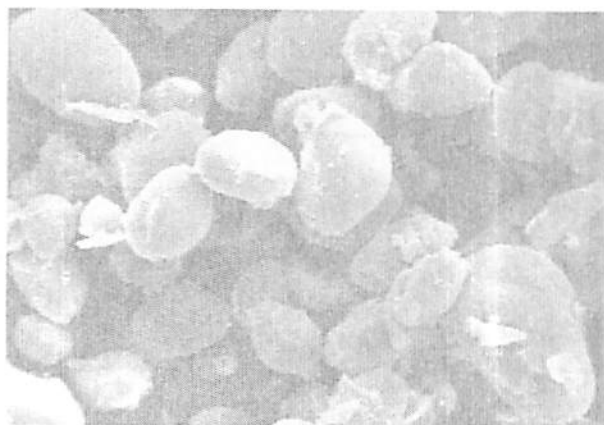


BS/FT

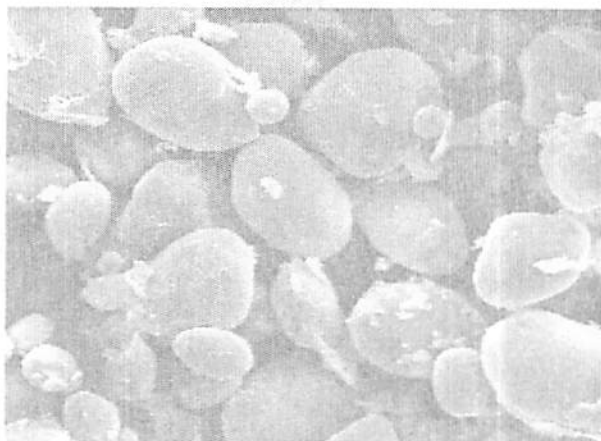


BS/RD

FIGURA 30 Fotomicrografia eletrônica de varredura dos grânulos das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento BS, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

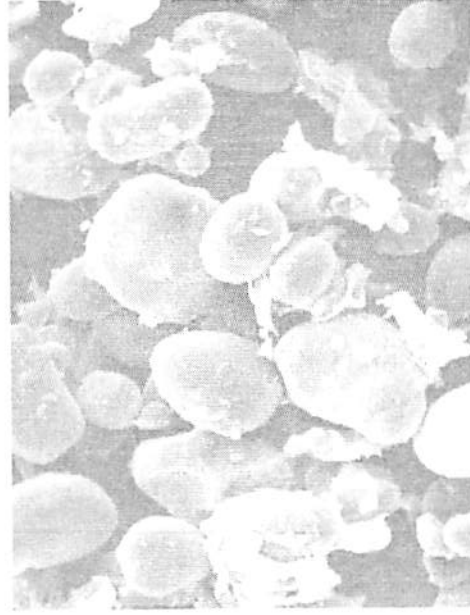


BQ/FT

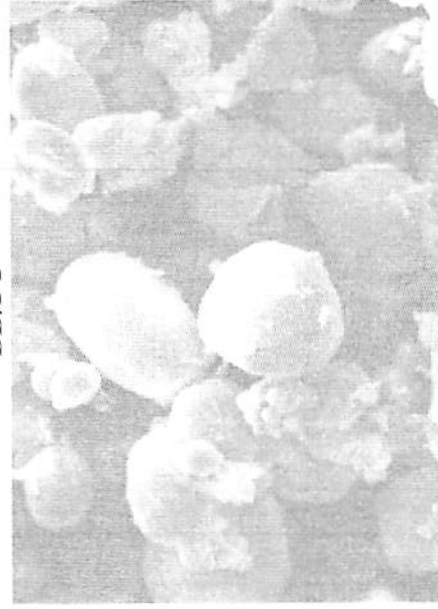


BQ/RD

FIGURA 31 Fotomicrografia eletrônica de varredura dos grânulos das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento BQ, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.



BB/FT



BB/RD

FIGURA 32 Fotomicrografia eletrônica de varredura dos grânulos das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas ao tratamento BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

5 CONCLUSÕES

O secador solar tipo túnel mostrou capacidade no processo de secagem para a produção de farinha de batata. Portanto, o ar no interior da câmara apresentou capacidade de secagem para batata (*Solanum tuberosum* L.) em relação ao ar ambiente.

Não houve influência do tipo de corte no tempo de secagem da batata.

A adição de 2 ppm de bissulfito de sódio, o branqueamento e a combinação dos dois tratamentos foram eficientes na prevenção do escurecimento enzimático da batata.

Os valores de umidade foram maiores quando a farinha foi submetida a tratamentos com branqueamento.

Os cortes utilizados influenciaram a composição centesimal e as características físico-químicas das farinhas de batata.

Considerando que, no Brasil, o pequeno e médio produtor sofrem restrições orçamentárias de investimento e não dispõem de poder financeiro, a adoção de tecnologias, como o uso de secador solar tipo túnel para a obtenção de farinha de batata, pode ser uma alternativa viável, pois, além de produzir grandes quantidades, tem custo reduzido e possibilita a obtenção de um produto de qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO DOS BATATICULTORES DE MINAS GERAIS - ABAMIG. **Batata**. 2003. Disponível em: <<http://sites.www.abbabatatabrasileira.com.br>>. Acesso em: 02 maio 2004.

ALIMENTAÇÃO E ADITIVOS ALIMENTARES. **Um estudo sobre alimentos no Brasil**. 2002. Disponível em: <<http://sites.uol.com.br/kshimizu/index.htm>>. Acesso em: 2 de maio de 2004.

ARÁMBULA, G.V.; YANES LIMON, M.; GONZALEZ HERNANDEZ, J.; MARTINEZ, J.L.; FIGUEROA, J.D.C.; ALVARADOGIL, J.J.; VARGAS, H.; SANCHEZ SINENCIO, F. Effects of starch gelatinisation on the thermal, dielectric and rheological properties of extruded corn masa. **Journal of Cereal Science**, London, v.27, n.2, p. 147-155, Mar. 1998.

ARAÚJO, J.M.A. **Escurecimento enzimático em alimentos – aspectos químicos e controle**. 1990. 16p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2001. 416 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS – ABIA. **Compêndio da legislação de alimentos: atos do Ministério da Saúde**. São Paulo: ABIA, 2000. não paginado.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. v. 2.

BALSALOBRE, M. A. A. Batata beterraba, cenoura e nabo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1995. p. 99-121.

BEZERRA, A. M. **Aplicações práticas da energia solar**. São Paulo: Editora Nobel, 1990. 134 p.

BORBA, A. J. G. A. **Esporte e saúde – nutrição: composição dos Alimentos**. 2000. Disponível em: <<http://www.webcalc.com.br>>. Acesso em: 20 jun. 2004.

BUNN, J. M.; LEA Jr., W. R.; HAMMOND, G. Potential for ambient air drying in South Carolina. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, n. 1, p. 227-32, Jan./Feb. 1981.

BUX, M. **Secador solar de tipo túnel**. Hohenheim: Universidade de Hohenheim. Imprensa Universitária Alemanha, 2000. 20 p.

CÂMARA, G. M. et al. **Mandioca - pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. 1982.

CÁNOVAS, G. V. B.; MERCADO, H. V. **Deshidratación de Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 297 p.

CARVALHO, R.; TRAVAGLINI, D. A.; NATSURA, P. T.; CABRAL, A. C. D.; MORI, E. E. M. Comportamento das variedades Binje e Radosa na obtenção de 4 flocos de batatinha e fritas tipo “chips”. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 54, p. 135-152, nov./dez. 1977.

CECCHI, H. M.. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

CENTRO NACIONAL DE TREINAMENTO EM ARMAZENAGEM – CENTREINAR. Disponível em: <<http://centreinar.org.br>>. Acesso em: 2 maio 2004.

CEREDA, M. P. Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. **Propriedades gerais do amido** Fundação CARGILL. 2001. Disponível em: <<http://www.raizes-ong.org.br>>. Acesso em: 8 out. 2004.

CIACCO, C. F.; CHANG YOONK. **Como fazer massas**. São Paulo: Ícone; Campinas: Editora da UNICAMP, 1986.

COELHO, A. H. R. **Alterações químicas e qualidade de processamento de duas cultivares de batata armazenadas em atmosfera modificada em temperatura ambiente e sob refrigeração.** 1998. 110 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DEIS, R. C. **The new starches.** Food product design. 1998. Disponível em: <www.foodproductdesign.com>. Acesso em: 8 out. 2004.

ELDASH, A.; NAZZARI, M. R.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas.** Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos, 1994. v. 5, 38 p.

ESKIN, N. A. M.; HENDERSON, H. M.; TOWNSEND, R. J. **Biochemistry of foods.** London: Academic Press, 1971. 240 p.

FARHAT, I.A.; PROTZMANN, J.; BECKER, A.; VALLES-PAMIES, B.; NEALE, R.; HILL, S.E. Effect of the extent of conversion and retrogradation on the digestibility of potato starch. **Starch-Starke**, v.53, n.9, p.431-436, 2001.

FEDDES, J. J. R.; McQUITTY, J. B.; HARRISON, H. P. Grain drying with solar-heated air. **Canadian Agricultural Engineering**, Owo, v. 22, n. 1, p. 81-84, 1980.

FENNEMA, O. R. **Química dos alimentos.** 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095 p.

FILGUEIRAS, H. A. C. **Bioquímica do amadurecimento de tomates hídrlicos heterozigotos no loco ‘alcobaça’.** 1996. 118 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Lavras, MG.

FINGER, F. L.; FONTES, P. C. R. Manejo pós-colheita da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 105-111, mar./abr. 1999.

GUSTAFSON, R. J.; HALL, G. E. Equilibrium moisture content of shelled corn from 50 to 155 F. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 1, p. 120-124, Jan./Feb. 1974.

HOOVER, R. Composition, molecular structure and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 253-267, July 2001.

INGLETT, G. E.; MUNCK, L. **Cereals for and beverages: recent progress in cereal chemistry and technology**. London: Academic Press, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Acervo de publicações estatísticas**. 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 1 jun. 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA – IMA. **Normas de padronização dos produtos de origem vegetal**. Divisão de produção vegetal. Serviço de padronização e classificação vegetal. Belo Horizonte, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Variáveis Meteorológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 1 jun. 2004.

KUENEMAN, R. W. Dehydrated diced potatoes. In: TAUBURT, W. F.; SMITH, O. **Processing potato**. 3. ed. Westport: AVI, 1975. cap. 14, p. 513-545.

LEITÃO, A. E. B. **Desenvolvimento de um secador solar de produtos agro-alimentares**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical. Ministério do Planeamento e da Administração do Território. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia, 1999. (Série Ciências Agrárias).

LEWIS, W. K. The rate drying of solid material. **Journal of the Industrial Engineers Chemistry**, Washington, v. 13, n. 5, p. 427-432, 1921.

LOPES, C. A. **Cultivo da batata**. 1997. p. 2-3. (Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças, n. 08).

LOPES FILHO, J. F. **Propriedades térmicas e características de secagem de batata**. 1983. 48 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LOW, N.; JIANG, B.; DOKHANT, S.; PALCIC, M. M. Redution of glucose content in potatoes with glucose oxidase. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 1, p. 118-121, Dec. 1989.

LUIZ, A. M. **Modelos para pesquisas a secagem de meios porosos**. 1992. 278 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MOREY, R. V.; CLOUD, H. A.; GUSTAFSON, R. J.; PETERSON, D. W. Management of ambient air drying systems. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 22, n. 6, p. 1418-25, Nov./Dec. 1979.

MURR, F. E. X. **Estudo dos fenômenos de secagem de batata (*Solanum tuberosum*, L. cultivar Bintje)**. 1992. 168 p. Campinas, Dissertação (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal Biological Chemisstry**, Baltimore, p. 135-375, 1944

OLIVEIRA, D. M.; REIS, K. C. dos; PEREIRA, J. Composição centesimal da farinha de batata produzida a partir de secagem solar e secagem em estufa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: Estratégia para o Desenvolvimento, 19. Recife, 2004.

ORR, P. H.; CASH, J. N. Potatoes and potato processing. In: HUI, Y. H. **Encyclopedia of Food Science and Tecnology**. Connecticut: John Wiley, 1991. v. 3, p. 2132-2136.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, 1978. p. 47, 156-158

PATERSON, L.A.; HILL, S.E.; MITCHELL, J.R.; BLANSHARD, J.M.V. Sulphite and oxidative-reductive depolymerization reactions. **Food Chemistry**, v.60, n. 2, p. 143-147, 1997.

PEREIRA, J.; CIACCCO, C. F.; VILELA, E. R.; TEIXEIRA, A. L. de S. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p 287-293, maio/ago. 1999.

PINHEIRO, J. C.; BATS, D. M. **Mixed-Effects Models in Sand S-Plus**. Ed. Springer, 2000.

PONTING, J. D. The control of enzymatic browning of fruits. In: SCHULTZ, H. W. **Food Enzymes**. Connecticut: The Avi Publishing, 1960. p. 105-124.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R: **A language and enviroment for statistical competivy**. R Foundation for statistical computiwg, Viena, 2004. Disponível em: <http://www.R-project.org>>. Acesso em: 8 out. 2004.

RADLEY, J. A. **Examination and analysis of starch and starch products**. London: Applied Science, 1976. 220 p.

RADLEY, J. A. **Starch and its derivatives**. 4. ed. London: Academic Press, 1968. p. 558.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Produção de batata**. Linha Gráfica e Editora, 1987.

REIS, K. C.; OLIVEIRA, D. M.; PEREIRA, J. Qualidade da farinha de batata produzida a partir de secagem solar e secagem em estufa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: Estratégia para o Desenvolvimento, 19, 2004, Recife.

ROBINSON, D. S.; ESKIN, N. A. M. **Oxidative enzymes in foods**. York: Elsevier Applied Science, 1991. 314 p.

SGARBIERI, V. C. **Alimentos e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas: Unicamp, 1987. 387 p.

SHOVE, G. C. **Grain storage: part of a sistem**. Westport: The AVI Publishing Company, 1973. 303 p.

SILVA, D. J. da. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1981. 166 p.

SILVA, R. M. G. S. **Uso de farinha de batata doce (*Ipomoea batatas*) em substituição parcial de farinha de trigo na produção de pão tipo francês**. 1991. 79 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TALBURT, W. F. History of potato processing. In: TAUBURT, W. F.; SMITH, O. **Processing potato**. 3. ed. Westport: AVI, 1975. cap. 1, p. 1-10.

THOMPSON, T. L.; PIERCE, R. O. Solar grain drying management. **Agricultural Energy**, v. 1, p. 25-30, 1980.

TORRES, G. Produtividade e Qualidade: fatores indispensáveis para a bataticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 7-9, 1999.

TRÍBOLI, E. Conservação de alimentos através de aditivos químicos. 1995. Disponível em: <http://alunos.mauajr.com/Controle_Mos_Aditivos.doc>. Acesso em: 2 maio 2002.

TUBELIS, A. **Meteorologia descritiva e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1986. 230 p.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do; **Meteorologia descritiva**. São Paulo: Nobel, 1987. 274 p.

Van de KAMER, J. H.; Van GINKEL, L. Rapid determination of cruder fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, Oct./Dec. 1952.

VAN SOEST, P. J. Development of comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 119-28, Jan. 1967.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: U.F.V. Imprensa Universitária, 2000. 449 p.

WHALEN, P.J.; BASON, M.L.; BOOTH, R.I.; WALKER, C.E.; WILLIAMS, P.J. Measurement of extrusion effects by viscosity profile using the rapid Visco Analyser. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.42, n.6, p. 469-475, June 1997.

WILLARD, M. Potato flour. In: TAUBURT, W. F.; SMITH, O. **Processing potato**. 3. ed. Westport: AVI, 1975. Cap. 16, p. 563-578.

WURZBURG, O. B. **Modified starches: properties and uses**. Boca Raton: CRC Press, 1986. 277 p.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Irradiância solar média diária no topo da atmosfera (MJ/m ²)	82
TABELA 2A	Duração astronômica do décimo quinto dia de cada mês (ou fotoperíodo médio), em horas.....	83

TABELA 1A Irradiância solar média diária no topo da atmosfera (MJ/m^2).

	Latitude sul																		
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Jan.	36,32	38,09	39,61	40,87	41,86	42,59	43,04	43,24	43,18	42,89	42,39	41,75	41,05	40,50	40,78	41,84	42,66	43,15	43,32
Fev.	37,53	38,58	39,34	39,83	40,03	39,94	39,57	38,92	38,01	36,84	35,45	33,84	32,07	30,20	28,36	27,00	26,69	26,95	27,06
Mar	37,90	37,93	37,68	37,14	36,31	35,22	35,85	32,23	30,37	28,28	25,98	23,49	20,83	18,02	15,09	12,09	9,10	6,53	5,49
Abr.	36,75	35,76	34,50	32,99	31,24	29,27	27,08	24,70	22,15	19,45	16,63	13,72	10,75	7,79	4,90	2,29	0,58	0,01	0,00
Mai	34,78	33,04	31,08	28,92	26,58	24,07	21,42	18,66	15,81	12,91	10,02	7,17	4,47	2,06	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Jun.	33,50	31,44	29,19	26,76	24,18	21,48	18,68	15,81	12,91	10,02	7,20	4,53	2,15	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jul.	33,89	31,98	29,87	27,57	25,10	22,49	19,76	16,94	14,07	11,19	8,34	5,60	3,07	0,98	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Ago	35,56	34,24	32,68	30,89	28,88	26,68	24,29	21,75	19,07	16,28	13,42	10,53	7,66	4,88	2,37	0,61	0,02	0,00	0,00
Set.	37,07	36,66	35,98	35,03	33,81	32,34	30,62	28,68	26,52	24,16	21,62	18,92	16,09	13,15	10,14	7,09	4,12	1,72	0,69
Out.	37,34	37,98	38,34	38,42	38,21	37,72	36,95	35,91	34,62	33,07	31,30	29,32	27,16	24,86	22,49	20,19	18,53	17,86	17,86
Nov	36,47	38,00	39,27	40,28	41,01	41,47	41,66	41,58	41,24	40,66	39,87	38,90	37,83	36,79	36,21	36,67	37,38	37,81	37,96
Dez	35,74	37,71	39,43	40,91	42,14	43,10	43,80	44,25	44,45	44,44	44,24	43,92	43,61	43,59	44,79	46,04	46,94	47,48	47,66

Fonte: Vianello, 2000.

TABELA 2A Duração astronômica do décimo quinto dia de cada mês (ou fotoperíodo médio), em horas.

LATITUDE (graus)	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
10 N	11,5	11,7	11,9	12,2	12,5	12,6	12,5	12,3	12,1	11,8	11,5	11,4
8 N	11,6	11,7	11,9	12,0	12,4	12,5	12,4	12,3	12,0	11,8	11,6	11,5
6 N	11,7	11,8	12,0	12,1	12,3	12,3	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,7
4 N	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8
2 N	11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9
O	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
2 S	12,1	12,1	12,0	12,0	11,9	11,9	11,9	11,9	12,0	12,0	12,1	12,1
4 S	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,8	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,2
6 S	12,3	12,2	12,0	11,9	11,7	11,7	11,7	11,8	12,0	12,1	12,3	12,3
8 S	12,4	12,3	12,1	11,8	11,6	11,5	11,6	11,7	12,0	12,2	12,4	12,5
10 S	12,5	12,3	12,1	11,8	11,5	11,4	11,5	11,7	11,9	12,2	12,5	12,6
12 S	12,6	12,4	12,1	11,7	11,4	11,3	11,4	11,6	11,9	12,3	12,6	12,7
14 S	12,7	12,5	12,1	11,7	11,4	11,2	11,2	11,5	11,9	12,3	12,7	12,8
16 S	12,9	12,5	12,1	11,6	11,3	11,1	11,1	11,5	11,9	12,4	12,8	12,9

...Continua...

TABELA 2A, Cont.

18 S	13,0	12,6	12,1	11,6	11,2	10,9	11,0	11,4	11,9	12,4	12,9	13,1
20 S	13,1	12,7	12,1	11,5	11,1	10,8	10,9	11,3	11,9	12,5	13,0	13,2
22 S	13,2	12,7	12,2	11,5	10,9	10,7	10,8	11,2	11,9	12,5	13,1	13,3
24 S	13,3	12,8	12,2	11,4	10,8	10,5	10,7	11,2	11,9	12,6	13,2	13,5
26 S	13,5	12,9	12,2	11,4	10,7	10,4	10,5	11,1	11,9	12,6	13,3	13,6
28 S	13,6	13,0	12,2	11,3	10,6	10,2	10,4	11,0	11,8	12,7	13,4	13,8
30 S	13,7	13,0	12,2	11,3	10,5	10,1	10,2	10,9	11,8	12,7	13,5	13,9
32 S	13,9	13,1	12,2	11,2	10,4	9,9	10,1	10,8	11,8	12,8	13,7	14,1
34 S	14,0	13,2	12,3	11,1	10,2	9,7	9,9	10,7	11,8	12,9	13,8	14,3
36 S	14,2	13,3	12,3	11,1	10,1	9,6	9,8	10,6	11,8	12,9	13,9	14,4
38 S	14,4	13,4	12,3	11,0	9,9	9,4	9,6	10,5	11,8	13,0	14,1	14,6
40 S	14,5	13,5	12,3	10,9	9,8	9,2	9,4	10,4	11,8	13,1	14,3	14,8
42 S	14,7	13,6	12,3	10,9	9,6	9,0	9,2	10,3	11,7	13,2	14,4	15,0
44 S	14,9	13,8	12,4	10,8	9,4	8,7	9,0	10,2	11,7	13,3	14,6	15,3
46 S	15,2	13,9	12,4	10,7	9,2	8,5	8,8	10,0	11,7	13,3	14,8	15,5
48 S	15,4	14,0	12,4	10,6	9,0	8,2	8,5	9,9	11,7	13,4	15,0	15,8
50 S	15,7	14,2	12,4	10,5	8,8	7,9	8,3	9,7	11,6	13,6	15,3	16,1

Fonte: Vianello, 2000.

ANEXO B**Página**

TABELA 1B	Valores médios de umidade (%), extrato etéreo (%), bs) e proteína (%), bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.....	86
TABELA 2B	Valores médios de cinzas (%) e glicídios (%), bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.....	87
TABELA 3B	Valores médios de fibra bruta (%), bs), FDA (%), bs) e FDN (%), bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.....	88
TABELA 4B	Valores médios das análises físico-químicas de pH e ATT das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.....	89
TABELA 5B	Valores médios dos parâmetros L, a, b e de cor das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.....	90

TABELA 1B Valores médios ¹ de umidade (%), extrato etéreo (%), e proteína (%), das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Farinha de batata	Tratamento	Umidade	E.etéreo	Proteína
FT	ST	13,75 ± 0,18	0,27 ± 0,02	9,88 ± 0,20
	BS	11,67 ± 0,18	0,23 ± 0,02	9,48 ± 0,20
	BQ	12,48 ± 0,18	0,25 ± 0,02	9,88 ± 0,20
	BB	14,54 ± 0,18	0,26 ± 0,02	9,11 ± 0,20
RD	ST	12,13 ± 0,18	0,33 ± 0,02	10,04 ± 0,20
	BS	13,80 ± 0,20	0,18 ± 0,02	9,13 ± 0,23
	BQ	14,35 ± 0,17	0,16 ± 0,02	9,05 ± 0,18
	BB	12,20 ± 0,18	0,25 ± 0,02	8,89 ± 0,20

¹Médias ajustadas para os oito tratamentos, com recuperação da informação interblocos.

TABELA 2B Valores médios ¹ de cinzas (% , bs) e glicídios (% , bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Farinha de batata	Tratamento	Cinzas	Glicídios
FT	ST	1.17 ± 0,23	68,09 ± 0,36
	BS	1.61 ± 0,23	70,30 ± 0,36
	BQ	2.08 ± 0,23	68,27 ± 0,36
	BB	2.54 ± 0,23	66,93 ± 0,36
RD	ST	1.40 ± 0,23	69,06 ± 0,36
	BS	1.48 ± 0,26	68,96 ± 0,42
	BQ	2,14 ± 0,22	67,96 ± 0,32
	BB	1,96 ± 0,23	69,20 ± 0,36

¹Médias ajustadas para os oito tratamentos com recuperação da informação interblocos.

TABELA 3B Valores médios ¹ de fibra bruta (% bs), FDA (% bs) e FDN (% bs) das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Farinha de batata	Tratamento	Fibra bruta	FDN	FDA
FT	ST	6,95 ± 0,19	14,87 ± 0,21	6,60 ± 0,24
	BS	6,60 ± 0,19	14,13 ± 0,21	6,40 ± 0,24
	BQ	7,03 ± 0,19	15,97 ± 0,21	6,80 ± 0,24
	BB	6,76 ± 0,19	16,09 ± 0,21	6,54 ± 0,24
RD	ST	6,87 ± 0,19	14,70 ± 0,21	6,63 ± 0,24
	BS	6,23 ± 0,22	13,9 ± 0,25	5,89 ± 0,24
	BQ	6,41 ± 0,18	13,92 ± 0,19	6,14 ± 0,22
	BB	7,60 ± 0,19	16,01 ± 0,21	7,57 ± 0,24

¹Médias ajustadas para os oito tratamentos com recuperação da informação interblocos.

TABELA 4B Valores médios ¹ das análises físico-químicas de pH e ATT das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Farinha de batata	Tratamento	pH	ATT
FT	ST	7,77 ± 0,28	4,50 ± 0,70
	BS	5,67 ± 0,28	13,27 ± 0,70
	BQ	6,45 ± 0,28	7,38 ± 0,70
	BB	6,32 ± 0,28	5,57 ± 0,70
RD	ST	6,44 ± 0,28	5,37 ± 0,70
	BS	5,13 ± 0,33	14,47 ± 0,81
	BQ	8,00 ± 0,26	6,6 ± 0,63
	BB	6,57 ± 0,28	4,42 ± 0,70

¹Médias ajustadas para os oito tratamentos com recuperação da informação interblocos.

TABELA 5B Valores médios ¹ dos parâmetros L, a, e b de cor das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem solar em secador solar tipo túnel.

Farinha de batata	Tratamento	Cor L*	Cor a*	Cor b*
FT	ST	63,33 ± 1,53	3,00 ± 0,15	16,44 ± 0,37
	BS	84,26 ± 1,53	1,28 ± 0,15	13,90 ± 0,37
	BQ	73,66 ± 1,53	2,85 ± 0,15	16,18 ± 0,37
	BB	73,10 ± 1,53	2,32 ± 0,15	16,20 ± 0,37
RD	ST	61,71 ± 1,53	2,59 ± 0,15	15,16 ± 0,37
	BS	84,67 ± 1,77	1,43 ± 0,17	14,76 ± 0,42
	BQ	77,13 ± 1,53	2,29 ± 0,13	17,04 ± 0,33
	BB	74,71 ± 1,53	2,28 ± 0,15	17,15 ± 0,37

¹Médias ajustadas para os oito tratamentos com recuperação da informação interblocos.

ANEXO C**Página**

TABELA 1C	Resumo das análises de variância de umidade, proteína e extrato etéreo das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.....	92
TABELA 2C	Resumo das análises de variância de cinzas e glicídios de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.....	93
TABELA 3C	Resumo das análises de fibra bruta, FDA e FDN das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel	94
TABELA 4C	Resumo das análises de variância das análises de pH e ATT das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.....	95
TABELA 5C	Resumo das análises de variância dos parâmetros L, a ,b de cor L*a*b* das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.....	96

TABELA 1C Resumo das análises de variância de umidade, proteína e extrato etéreo das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

	Umidade				Extrato etéreo		Proteína	
	Num DF	Den DF	F-value	p-value	F-value	p-value	F-value	p-value
Intercepto	1	17	23185,934	<.0001	840.4328	<.0001	182007.856	<.0001
Bissulfito	1	17	1,863	0,1901	4.2919	0.0538	17.943	0.0006*
Branqueamento	1	17	21,944	0.0002*	5.2131	0.0356*	6.717	0.0190*
Cortes	1	17	0.140	0.7130	3.6550	0.0729	4.755	0.0436*
Bissul. x branq.	1	17	0.241	0.6299	35.7052	<.0001*	0.369	0.5514
Bissul. x cortes	1	17	1.481	0.2402	0.2857	0.5999	0.005	0.9439
Branquea. x cortes	1	17	3.415	0.0821	5.4859	0.0316*	1.703	0.2093
Bissul.xbran. x corte	1	17	292.019	<.0001*	16.2662	0.0009*	3.795	0.0681

*p< 0,05

TABELA 2C Resumo das análises de variância de cinzas e glicídios de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

	Cinzas				Glicídios	
	Num DF	Den DF	F-value	p-value	F-value	p-value
Intercepto	1	17	252.67915	<.0001	293429.76	<.0001
Bissulfito	1	17	1.86875	0.1894	3.91	0.0644
Branqueamento	1	17	23.87691	0.0001*	16.04	0.0009*
Cortes	1	17	0.13629	0.7166	1.60	0.2230
Bissul. x branq.	1	17	0.27504	0.6067	4.01	0.0613
Bissul. x cortes	1	17	2.64223	0.1225	0.02	0.8909
Branquea. x cortes	1	17	1.12730	0.3032	5.84	0.0272*
Bissul.xbran. x corte	1	17	0.47883	0.4983	26.40	0.0007*

*p< 0,05

TABELA 3C Resumo das análises de fibra bruta, FDA e FDN das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

	Fibra bruta				FDA		FDN	
	Num DF	Den DF	F-value	p-value	F-value	p-value	F-value	p-value
Intercepto	1	17	5148.520	<.0001	3.815.413	<.0001	37271.45	<.0001
Bissulfito	1	17	0.029	0.8670	0.544	0.4707	1.10	0.3088
Branqueamento	1	17	3.651	0.0730	3.615	0.0743	50.45	<.0001*
Cortes	1	17	0.119	0.7339	0.006	0.9398	16.29	0.0009*
Bissul. x branq.	1	17	12.603	0.0025*	8.976	0.0081*	36.64	<.0001*
Bissul. x cortes	1	17	7.925	0.0119*	5.263	0.0348*	9.91	0.0059*
Branquea. x cortes	1	17	0.656	0.4292	0.499	0.4894	7.53	0.0138*
Bissul.xbran. x corte	1	17	11.055	0.0040*	10.223	0.0053*	10.95	0.0041*

*p< 0,05

TABELA 4C Resumo das análises de variância das análises de pH e ATT das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

	pH				ATT	
	Num DF	Den DF	F-value	p-value	F-value	p-value
Intercepto	1	17	11761.966	<.0001	7596.067	<.0001
Bissulfito	1	17	244.551	<.0001*	566.464	<.0001*
Branqueamento	1	17	49.362	<.0001*	533.964	<.0001*
Cortes	1	17	0.004	0.9512	0.016	0.8995
Bissul. x branq.	1	17	21.461	0.0002*	1303.376	<.0001*
Bissul. x cortes	1	17	2.162	0.1597	0.197	0.6625
Branquea. x cortes	1	17	118.6493	<.0001*	41.687	<.0001*
Bissul.xbran. x corte	1	17	42.485	<.0001*	0.732	0.4043

*p< 0,05

TABELA 5C Resumo das análises de variância dos parâmetros L, a ,b de cor L*a*b* das farinhas de batatas fatiadas e raladas submetidas aos tratamentos ST, BS, BQ e BB, obtidas por secagem em secador solar tipo túnel.

	Cor L				Cor a		Cor b	
	Num	Den	F-value	p-value	F-value	p-value	F-value	p-value
	DF	DF						
Intercepto	1	17	27500.919	<.0001	2009.6277	<.0001	23568.735	<.0001
Bissulfito	1	17	131.125	<.0001*	79.2068	<.0001*	13.294	0.0020*
Branqueamento	1	17	1.676	0.2127	13.5308	0.0019	67.156	<.0001*
Cortes	1	17	1.176	0.2934	402880	0.0539	3.214	0.0908
Bissul. x branq.	1	17	172.072	<.0001*	34.5976	<.0001*	15.691	0.0010*
Bissul. x cortes	1	17	0.002	0.9649	8.945	0.0082*	8.268	0.0105*
Branq. x cortes	1	17	3.080	0.0973	1.0193	0.3269	8.113	0.0111*
Bissul.x branq. x corte	1	17	1.189	0.2908	0.061	0.8065	6.937	0.0174*

*p< 0,05