

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CÂMPUS CAMPO MOURÃO - PARANÁ

TATIANE DOS SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AMIDO DE
MANDIOCA FERMENTADO SECO AO SOL E EM ESTUFA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

TATIANE DOS SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AMIDO DE
MANDIOCA FERMENTADO SECO AO SOL E EM ESTUFA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos da Coordenação dos Cursos de Tecnologia e Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnóloga de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Salvador Oviedo Plata.

CAMPO MOURÃO

2014

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos

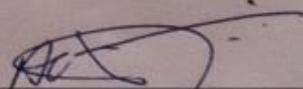
TERMO DE APROVAÇÃO

Avaliação dos parâmetros físico-químicos de amido de mandioca fermentado seco ao sol e estufa.

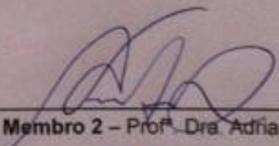
por

Tatiane dos Santos Silva

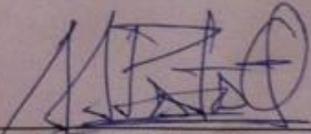
Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 06 de Março de 2014 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A candidata foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado**.



Membro 1 – Prof. Dr. Alberto Cavaicanti Vitorio



Membro 2 – Prof. Dra. Adriana Droval



Orientador – Prof. Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos da UTFPR Campus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me conduziu durante todo esse curso nos momentos de alegrias mas, sobretudo nos momentos de dúvidas e incertezas.

Aos meus pais Auzair Custodia dos S. Silva e Francisco José da Silva por estarem sempre ao meu lado, pela compreensão, paciência e incentivo em todos os momentos da minha vida, principalmente nos momentos difíceis.

A minha irmã Thais dos Santos Silva e ao meu irmão Tiago Messias da Silva pelo apoio e compreensão.

Ao meu namorado Eder Delboni da Silva, pela dedicação, incentivo e paciência nas horas de ausência.

Ao meu orientador Professor Dr. Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo que me conduziu para o aprendizado, contribuindo para o desenvolvimento deste trabalho, pelo incentivo, apoio e ensinamentos durante a graduação.

Aos amigos e familiares pelo apoio, carinho e incentivo que me foram concedidos em todos os momentos.

A todos os professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Campo Mourão, pelo apoio e ensinamento durante a graduação.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram ou torceram pela concretização deste sonho.

RESUMO

SILVA, Tatiane S. **AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AMIDO DE MANDIOCA FERMENTADO SECO AO SOL E EM ESTUFA**. 2014. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2014.

O produto de maior valor agregado da mandioca é o amido, um carboidrato encontrado em abundância na natureza. Estruturalmente, o amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. Devido às suas propriedades físico-químicas e funcionais exclusivas, este carboidrato tem grande importância nos setores industriais e é utilizado como ingrediente de vários produtos alimentícios. Do amido de mandioca se produz o polvilho azedo. Diversos estudos em relação às características físico-químicas e estruturais do polvilho azedo tem sido realizados, mas ainda são poucas as pesquisas que estabeleçam uma relação entre as propriedades intrínsecas do amido de mandioca, seu potencial de desenvolvimento de expansão e o percentual de amilose. O objetivo deste trabalho foi caracterizar físico-quimicamente amidos fermentados de mandioca, por diferentes períodos, secos ao sol ou em estufa e relacionar a propriedade de expansão e com o teor de amilose. Amidos de mandioca da variedade Casca Preta com teores de 17,61% (tratamento 1) e 20,44% (tratamento 2) de amilose manifestaram os maiores valores da propriedade de expansão (PE), respectivamente de 12,02 e 11,36 mL/g, por outro lado a variedade IAC 90/15 com 18,96% de amilose teve PE de menor valor, 9,9 mL/g.

Palavras-chave: Amido de Mandioca. Expansão. Sol. Estufa. Amilose.

ABSTRACT

SILVA, Tatiane S. **EVALUATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS CASSAVA STARCH FERMENTED DRIED THE SUN AND GREENHOUSE.** 2014. 40 f. Completion of course work - Food Technology, Federal Technological University of Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2014.

The product of higher value-added cassava starch is a carbohydrate found in abundance in nature. Structurally, the starch is a homopolysaccharide composed of chains of amylose and amylopectin. Due to its physico - chemical and functional properties unique, this carbohydrate is of great importance in industry and is used as an ingredient in many foods. Cassava starch produces the sour cassava starch. Several studies in relation to the physicochemical and structural characteristics of cassava starch has been improved , but there are still no studies that demonstrate a relationship between the intrinsic properties of cassava starch , their potential for expansion and development of amylose percentage . The aim of this study was to physico-chemical characteristics of fermented cassava starch, for different periods, sun-dried or kiln and relate to the expansion property and the amylose content. Starches from cassava variety Bark Black with levels of 17.61 % (treatment 1) and 20.44 % (treatment 2) amylose showed the highest values of the expansion property (PE) , respectively 12.02 and 11.36 mL / g, on the other hand IAC 90/15 range with 18.96 % amylose had lower SP value 9.9 ml / g.

Keywords: Cassava Starch. Expansion. Sun Greenhouse. Amylose.

LISTA DE FUGURAS

Figura 1- Estrutura molecular da amilose.....	15
Figura 2- Estrutura molecular da amilopectina.....	16
Figura 3- Fluxograma do Processamento de polvilho.....	19
Figura 4- Determinação do volume específico de expansão (mL/g) das amostras de amido fermentado da variedade IAC 90/ IAC 15, secas ao sol e em estufa.....	29
Figura 5- Determinação do volume específico de expansão (ml/g) das amostras de amido fermentado da Preta Tratamento 1, secas ao sol e em estufa.	29
Figura 6- Determinação do volume específico de expansão (ml/g) das amostras de amido fermentado da variedade Preta Tratamento 2, secas ao sol e em estufa	30

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Teores de amilose de diferentes fontes de amido	17
Tabela 2 - Determinação do teor de umidade de amostras de amido de mandioca fermentado seco ao sol.	23
Tabela 3 - Determinação do teor de umidade de amostras de amido de mandioca fermentado seco em estufa	24
Tabela 4 - Determinação do teor de acidez, do potencial hidrogeniônico e fator ácido de amostras de amido de mandioca fermentado seco ao sol.	25
Tabela 5 - Determinação do teor de acidez do potencial hidrogeniônico e fator ácido de amostras de amido de mandioca fermentado seco em estufa	26
Tabela 6 - Determinação do teor de acidez do potencial hidrogeniônico e fator ácido de amostras de amido de mandioca fermentado por 960 horas secos ao sol e em estufa	27
Tabela 7 - Determinação da capacidade de expansão das amostras de amidos fermentados a partir das variedades IAC 90/15, preta tratamento 1 e preta tratamento 2	30
Tabela 8- Determinação do Percentual de Amilose das Amostras de Amidos Fermentados a Partir das Variedades IAC 90/15 e Preta.....	31
Tabela 9 - Teores iniciais de Amilose das Amostras secas ao sol de Amidos Fermentados por 40 dias, das Variedades IAC 90/15 e Casca Preta.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 MANDIOCA	13
3.2 AMIDO.....	14
3.2.1 Composição estrutural do amido.....	14
3.2.2 Amido fermentado	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO	20
4.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS AMIDOS	20
4.2.1 Acidez Titulável	21
4.2.2 Determinação do pH.....	21
4.2.3 Determinação de umidade	21
4.2.4 Determinação de expansão.....	22
4.2.5 Determinação de amilose.....	22
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE DAS AMOSTRAS SECAS AO SOL E EM ESTUFA	23
5.2 POTENCIAL DE HIDROGENIÔNICO (pH) E ACIDEZ TITULAVEL.....	24
5.3 DETERMINAÇÃO DO VOLUME ESPECIFICO E PERCENTUAL DE AMILOSE.....	27
5.3.1 Volume Específico.....	27
5.3.2 Amilose.....	31
5.4. RELAÇÃO DO TEOR DE AMILOSE E A PROPRIEDADE DE EXPANSÃO	32
6 CONCLUSÃO	33
7 REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um arbusto de origem brasileira (sudoeste da Amazônia), cultivado nas mais diversas regiões do Brasil e sua produção tem sido dirigida tanto para consumo direto como para indústria (BUTARELO, 2004). O produto de maior valor agregado da mandioca é o amido, um carboidrato encontrado em abundância na natureza, que se apresenta na forma de grânulos com formato e tamanho dependentes da sua fonte botânica (OLIVEIRA et al., 2010).

A extração do amido da mandioca é uma maneira de conservar as características nutricionais da raiz, pois se trata de um produto em pó, portanto apresenta baixa atividade de água e assim longo período de estocagem. Além de sua relevância nutricional, o amido da mandioca pode ser utilizado em diversos outros setores econômicos, tais como siderurgia, metalurgia, indústria têxtil, indústria de papel, além das indústrias farmacêuticas e de alimentos (NUNES et al, 2009). É utilizado com ingrediente de vários produtos alimentícios, podendo, entre outras funções, facilitar o processamento, fornecerem textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão ou proteger os alimentos durante o processamento (OLIVEIRA et al., 2010).

Estruturalmente, o amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -1,4, originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em α -1,4 e α -1,6, formando uma estrutura ramificada. As proporções em que essas estruturas aparecem diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (DENARDIM; SILVA, 2009).

O amido de mandioca apresenta características físico-químicas de grande interesse industrial. Nos países da América do Sul, existe a produção de amido de mandioca fermentado e seco ao sol, produto conhecido por polvilho azedo. Esse amido é capaz de gerar massas que, quando assadas, se expandem sem a necessidade de adição de fermento (APLEVICZ; DEMIANTE, 2007).

Diversos estudos desenvolvidos com o polvilho azedo apontam o estudo de algumas propriedades como solubilidade, poder de inchamento, teores ácidos

orgânicos e a propriedade de expansão. No meio das indústrias processadoras de raízes de mandioca é do conhecimento que toda raiz é útil para a obtenção de polvilho azedo com boa expansão.

No presente trabalho foi realizada uma breve caracterização físico-química e tecnológica de amidos fermentados de mandioca secos ao sol e em estufa em um período de fermentação de quarenta dias, visando relacionar a propriedade de expansão com o teor de amilose.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar físico-quimicamente amidos fermentados de mandioca, por diferentes períodos de fermentação (0 hora, 120 horas, 480 horas e 960 horas), secos ao sol e em estufa e relacionar com a propriedade de expansão e com o teor de amilose.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar nas amostras de amidos fermentados as seguintes determinações:

- Teor de umidade
- Acidez titulável
- Fator Ácido
- Potencial hidrogeniônico (pH)
- Propriedade de expansão e
- Teor de amilose.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MANDIOCA

A mandioca é uma das mais tradicionais culturas agrícolas brasileiras, sendo cultivada em praticamente todo o território nacional (WOSIACKI; CEREDA, 2009). Pode ser classificadas como pertencente à ordem *Malpighiales*, família *Euphorbiaceae*, gênero *Manihot*, e espécie *Manihot esculenta Crantz* (EMBRAPA, 2001).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) caracteriza-se por ser uma planta tolerante a condições de seca e baixa fertilidade do solo, sendo este o principal motivo pelo qual é comumente cultivada e consumida por pequenos produtores rurais em áreas com solos pobres, e onde as condições climáticas são constantemente desfavoráveis à exploração de outras culturas (SAGRILO et al., 2002). Atualmente, novos produtos tem sido desenvolvidos com o objetivo de agregar valor a esta cultura com a mandioca minimamente processada, embalada a vácuo, pré cozida congelada, fritas, chips e snacks (CEREDA; VILPOUX, 2003).

A explosão agrícola dessa cultura destina-se ao mercado horticola e às indústrias de transformação. A comercialização das raízes de mandioca para uso da alimentação humana se dá principalmente sob a forma in natura, ou seja, uso direto (FENIMAM, 2004).

O Brasil ocupa o segundo lugar na produção mundial de mandioca, contribuindo com cerca de 15 % da cultura dessa espécie. Dentre os estados de maior produção destacam-se: Pará, Bahia, Paraná, Maranhão, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Ceará, Pernambuco e Santa Catarina (GIONGO, 2011; INOUE, 2008).

Segundo a Embrapa (2003), a colheita da mandioca é feita após o seu ciclo das cultivares, que se classificam em precoce (10 a 12 meses); semiprecoce (14 a 16 meses); tardias (18 a 20 meses). Considerando também o objetivo do produto, se mandioca de mesa, aipim ou macaxeira, colhidas aos 8 a 14 meses e para indústria 12 a 24 meses.

O amido de mandioca é facilmente extraído, já que as raízes contêm pequenas quantidades de proteínas, gorduras e outros componentes. Dessa forma, o processo de extração é simples e o amido obtido é puro e branco. O conteúdo de lipídeos no amido de mandioca é pequeno (< 0,1 %); com isso o amido e seus derivados não apresentam sabor e aroma de cereais, o que é desejável para muitos produtos alimentícios. Na indústria alimentícia, principalmente no setor frigorífico, é um importante substituto para o amido de milho (DEMIATE et al., 2005)

As raízes apresentam alto teor de peracibilidade, e seu processamento deve ser imediato ou com prazo de até 48 horas quando não há tratamento pós colheita, onde a deterioração física e química passa a ser um fator muito importante para sua qualidade tecnológica (REIS TININI et al, 2009 apud CAMPOS, 1987). Os teores de amido presente em raízes de mandioca podem diferir de acordo com a cultivar, época de colheita e condições de cultivo (REIS TININI et al, 2009 apud CAMPOS, 1987).

A parte de maior valor econômico da planta são as raízes tuberosas, com alto teor de amido e que são largamente utilizadas na alimentação humana e animal, e também como matéria prima para diversos perfis de indústrias. O conteúdo nutricional da parte aérea, rico em proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas, também possibilitam seu uso na alimentação animal e humana (CEREDA, 2002).

3.2 AMIDO

3.2.1 Composição físico-química e estrutural do amido

O amido é o único polissacarídeo produzido em pequenos agregados individuais, denominados de grânulos (OLIVEIRA, 2011 apud WHISTLER; DANIEL, 1993). A amilose é uma molécula essencialmente linear, enquanto que a amilopectina é um polissacarídeo altamente ramificado (SILVA et al., 2004 apud BULÉON; COLONNA; PLANCHOT, 1998).

A amilose é um polímero linear constituído de unidades de D-glicose, unidas entre si por ligações tipo α -1,4 com uma extremidade redutora e uma não redutora (SANTOS, 2012 apud MANNERS e MATHESON, 1981). A amilopectina é formada por cadeias curtas de amilose, ligadas entre si de modo a formar uma estrutura ramificada (Figura 2). Estas ramificações são formadas por ligações α - 1,6, com média de uma a cada 18 a 28 unidades de glicose da cadeia de amilose, de forma que uma molécula de amilopectina contem entre 4 e 5% deste tipo de ligação (SANTOS, 2012 apud MANNERS e MATHESON, 1981).

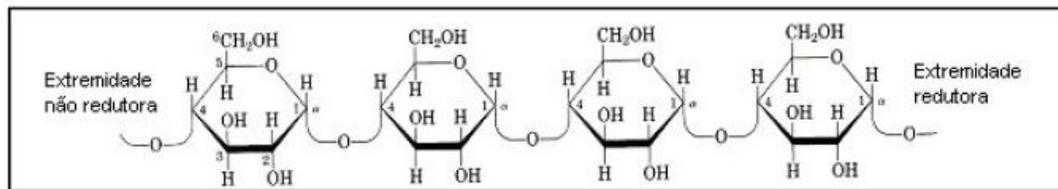


Figura 1- Estrutura molecular da amilose.
Fonte: SILVA (2012).

A amilopectina é formada por cadeias curtas de amilose, ligadas entre si de modo a formar uma estrutura ramificada (Figura 2). Estas ramificações são formadas por ligações α - 1,6, com média de uma a cada 18 a 28 unidades de glicose da cadeia de amilose, de forma que uma molécula de amilopectina contem entre 4 e 5% deste tipo de ligação (SANTOS, 2012 apud MANNERS e MATHESON, 1981). A amilopectina é, estrutural e funcionalmente, a mais importante das duas frações, pois sozinha é suficiente para formar o grânulo, como ocorre em mutantes que são desprovidos de amilose (OLIVEIRA, 2011).

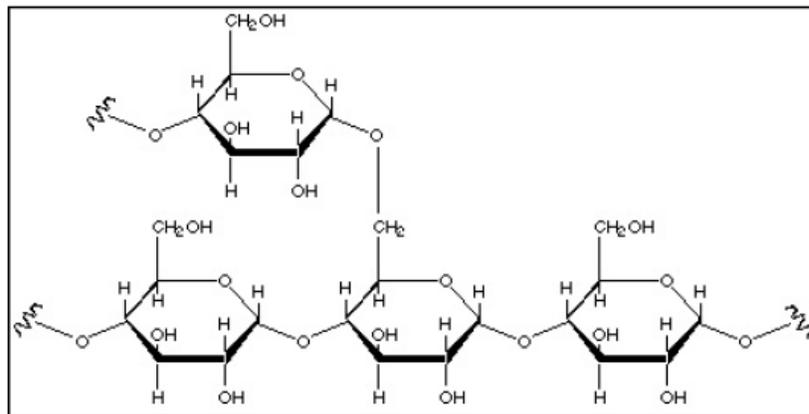


Figura 3 - Estrutura molecular da amilopectina.
Fonte: SILVA (2012).

O amido deve muito de sua funcionalidade a estas duas macromoléculas, assim como à organização física das mesmas dentro da estrutura granular (SILVA, 2012).

O teor de amilose e amilopectina varia de uma fonte para outra e com o grau de maturação das plantas sendo que, as diferentes proporções destes polímeros influenciam na viscosidade e gelatinização do amido (OLIVEIRA 2011 apud BOBBIO; BOBBIO, 1995). Níveis entre 15% e 25% de amilose são típicos na maioria dos grãos, contudo, alguns cereais denominados cerosos (*waxy*), como milho, arroz e cevada, são virtualmente livres de amilose, enquanto mutantes com altos níveis de amilose também são conhecidos (DENARDIM; SILVA, 2009).

Tabela 1 - Teores da amilose de diferentes fontes de amido.

Fontes de Amido	Teor de amilose (%)
Arroz Ceroso*	0
Milho Ceroso*	0
Milho	25
Arroz	16
Batata Doce	18
Mandioca	18
Batata	18
Banana	21
Trigo	24
Ervilha	30
Milho com alto teor de Amilose	80

*Amido contendo predominantemente amilopectina.
 Fonte: Bobbio e Bobbio (1995).

Na forma cristalina, a molécula da amilose tem uma conformação helicoidal, devido à conformação das unidades de glucose e a um interior hidrofóbico (GOUVÊA 2009 apud ABERLE *et al.*, 1994; ACQUARONE; RAO, 2003; CORDENUNSI, 2006).

A presença de amilose em amidos está relacionada à viscosidade da pasta formada. Assim, amidos de altos teores de amilose formam géis relativamente rígidos e elásticos, e os com baixos teores de amilose formam géis fracos e não elásticos (GOUVÊA 2009 apud ZOBEL; STEPHEN, 1995; CHEETHAM; TAO, 1998). Sob aquecimento em solução aquosa, os grânulos intumescem chegando a romper em temperaturas próximas à temperatura de ebulição da água, formando um gel. Após resfriamento, as moléculas de amilose sofrem um processo lento de reorganização conhecido por retrogradação ou recristalização (GOUVÊA, 2009).

3.2.2 Amido fermentado

Um produto bastante utilizado na culinária brasileira é o amido fermentado de mandioca, comumente chamado de polvilho azedo, que possui características peculiares que lhe conferem propriedades tecnológicas diferenciadas, em particular,

sua capacidade de expansão, necessária para a produção de biscoitos de polvilho, produto tipicamente brasileiro e de grande aceitação (CEREDA, 2002).

O Polvilho Azedo é um derivado da fécula de mandioca, encontrado praticamente em todos os países da América do Sul, exceto Equador. É um produto artesanal, mesmo quando fabricado em fecularias modernas, apresentando grande heterogeneidade da sua qualidade. Sua caracterização é muito importante para o entendimento quanto aos principais problemas relacionados aos processos de produção e à potencialidade do uso alimentar (DINIZ, 2006).

A fermentação para obtenção do polvilho azedo é um processo espontâneo, desenvolvido por diversos microrganismos naturalmente presentes na matéria-prima, na água e nos tanques de fermentação. Esta característica explica a grande variação, encontrada na qualidade do polvilho azedo provenientes de diversos produtores, ou de um mesmo produtor (DINIZ, 2006). As diferentes condições climáticas brasileiras selecionam a microbiota predominante nos processos fermentativos, fazendo com que os polvilhos produzidos em diferentes regiões apresentem diferenças (DINIZ, 2006). Segue abaixo fluxograma do processo de fabricação do polvilho azedo (Figura 3).

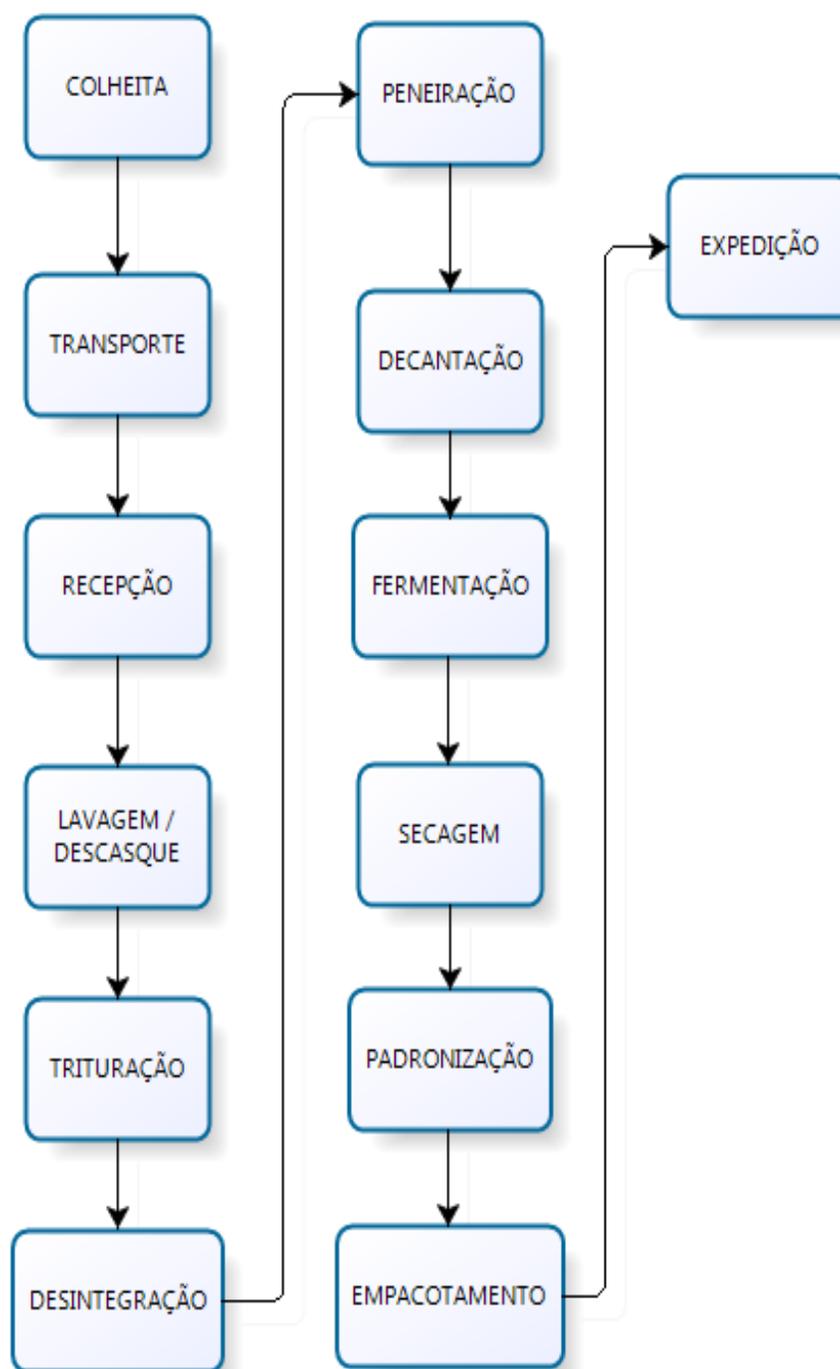


Figura 3 - Fluxograma do processamento de polvilho.
Fonte: Autoria Própria.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente estudo foi desenvolvido no laboratório de panificação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Campo Mourão e laboratório da empresa Amafil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda. As amostras de amido de mandioca fermentado foram coletadas na Amafil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda., sendo que para cada amostra coletada foram realizadas a secagem ao “sol” e em “estufa”. Para a determinação física química foram avaliadas as variedades IAC 90/ IAC 15 e casca preta.

4.2 CARACTERIZAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DOS AMIDOS

As amostras de amido fermentado de mandioca tiveram um período completo de fermentação de quarenta dias. Durante os quarenta dias de fermentação foram realizados quatro coletas intercaladas nos períodos de: 0 hora, 120 horas, 480 horas e 960 horas de fermentação. As amostras coletas durante a fermentação compunham um peso total de 1,5 kg, as mesmas foram divididas em duas partes iguais, uma parte seca ao sol e uma parte seca em estufa. As amostras passaram por determinações físico-químicas, sendo elas: avaliação da acidez, pH, fator ácido, umidade, expansão e amilose. Para determinação dos ensaios físico-químicos as variedades IAC 90 / IAC 15 e preta, foram distribuídas para fermentação da seguinte maneira:

Amostra 1 – Tanque de fermentação composto por, 50% de amido de mandioca da variedade IAC 90 e 50% de amido de mandioca da variedade IAC 15, fermentado entre os dias 2 de junho de 2013 à 12 de julho de 2013 ; Amostra 2 – (Tratamento 1) Tanque

de fermentação composto por, 100% de amido de mandioca da variedade Preta, fermentado entre os dias 1 de novembro de 2013 à 10 de dezembro de 2013; Amostra 3 - (Tratamento 2) Tanque de fermentação composto por, 100% de amido de mandioca da variedade Preta, fermentado entre os dias 20 de novembro de 2013 à 30 de dezembro de 2013.

4.2.1 Acidez Titulável

A acidez foi determinada de acordo com a metodologia empregada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) determinou-se por titulação de NaOH 0,1 N até atingir pH 8,2 a 8,3, utilizando uma solução alcoólica de fenolftaleína para determinação da mudança de cor. A acidez foi expressa em mililitros de NaOH por 100 g.

4.2.2 Determinação do pH

A medida do pH foi realizada por diluição de 25g da amostra em 50 mL de água destilada, seguido de agitação magnética. Após, o valor de pH foi medido em pHmetro, marca Gehaka, modelo IV 2000 devidamente calibrado (IAL, 1985).

4.2.3 Determinação de umidade

Para verificar se os amidos estão enquadrados dentro do padrão de umidade, houve a verificação de amostras através do determinador de umidade por infravermelho Shimadzu, modelo MOC63u e armazenados em embalagens de sacos plásticos de polietileno, para não ocorrer perda ou ganho de umidade.

4.2.4 Determinação de expansão

A propriedade de expansão das amostras foi avaliada seguindo a determinação do volume específico que foi realizado pela metodologia de análise utilizada pela empresa Amafil Alimentos Ltda. (Anexo 1) onde o resultado final foi expresso em g/mL. Este método é baseado nos estudos de MAEDA; CEREDA, 2001; APLEVICZ; DEMIATE, 2007.

4.2.5 Determinação de amilose

Para a determinação da amilose foi usado o método ISO (1987) modificado, utilizando como curva de calibração misturas de amilose e amilopectina que ao reagir com o iodo desenvolverão cor azul cuja intensidade foi determinada no espectrofotômetro no comprimento de onda 620 nm, conforme Anexo 2.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os ensaios foram realizados em triplicata para cada amostra. Os resultados foram expressos como valores médios \pm desvio padrão (DP). ANOVA em conjunto com o teste de Tukey foi utilizado para comparação de mais de duas médias. A diferença foi considerada estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$. A análise estatística foi realizada utilizando o Assistat 7.6 (SILVA, 1996).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE DAS AMOSTRAS SECAS AO SOL E EM ESTUFA

Na tabela 2, estão apresentados os valores médios (de triplicata) dos teores de umidade dos amidos fermentados da variedade IAC 90 / IAC 15, Preta Tratamento 1 e Preta Tratamento 2 secos ao sol.

Tabela 2 - Determinação do teor de umidade de amostras de amido de mandioca fermentado seco ao sol.

Horas de Fermentação	Tempo de Secagem	IAC 90/ 15	Casca Preta Tratamento 1	Casca Preta Tratamento 2
0 hora	16 horas	12,07 ± 0,06	11,90 ± 0,06	11,47 ± 0,06
120 horas	15 horas	11,60 ± 0,00	13,65 ± 0,06	13,13 ± 0,23
480 horas	14 horas	11,90 ± 0,01	13,80 ± 0,00	13,43 ± 0,06
960 horas	16 horas	11,38 ± 0,01	14,30 ± 0,06	13,87 ± 0,06

Os teores de umidade dos amidos fermentados da variedade IAC 90 / IAC 15 secos ao sol, após o tempo de fermentação de 0, 120, 480 e 960 horas de fermentação se situaram em um intervalo de 11,38 a 12,07%, enquanto que os da variedade CPreta Tratamento 1 e Preta Tratamento 2 se situaram respectivamente nos intervalos de 11,9 a 14,3% e 11,47 a 13,87%. Como a secagem das amostras não foram feitas nos mesmos dias elas sofreram o efeito das condições climáticas, com diferentes umidades relativas, velocidade do vento e incidência da radiação solar. No entanto, todas as amostras, exceto a amostra de amido fermentado da variedade Preta Tratamento 1 no tempo de fermentação de 960 horas, não ultrapassarão o limite de umidade máxima estipulado pela legislação brasileira Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 (14,0%). Os

teores de umidade determinados no presente trabalho são condizentes com os informados na literatura científica no intervalo de 12,0 a 14,3%, sendo de 12 a 14% em Minas Gerais, 13,6 a 14,3% em Santa Catarina, 13,6% no Paraná e Mato Grosso do Sul (CEREDA; VILPOUX, 2003; MACHADO et al., 2010; MAEDA et al 2001).

Tabela 3 - Determinação do teor de umidade de amostras de amido de mandioca fermentado seco em estufa.

Horas de Fermentação	Tempo de Secagem	IAC 90/15	Casca Preta Tratamento 1	Casca Preta Tratamento 2
0 hora	16 horas	12,1 ± 0,06	14,9 ± 0,00	11,4 ± 0,11
120 horas	15 horas	12,1 ± 0,17	14,8 ± 0,06	11,8 ± 0,1
480 horas	14 horas	12,2 ± 0,06	13,8 ± 0,00	10,4 ± 0,06
960 horas	16 horas	11,8 ± 0,06	14,3 ± 0,06	10,5 ± 0,17

As secagens em estufa (Tabela 3) das amostras das variedades IAC 90 / IAC 15 e Preta Tratamento 2 resultaram em teores de umidade em um intervalo de 10,40 a 12,23%, enquanto que a secagem da Preta Tratamento 1 variou de 13,8 a 14,9%. As amostras com teores de umidade acima de 14% provavelmente foi resultado de um tempo curto de secagem considerando a alta umidade relativa consequência do tempo chuvoso durante a secagem. A secagem das amostras de amido de mandioca fermentado seco ao sol apresentarem melhores percentuais de umidade quando comparadas as do amido de mandioca fermentado seco em estufa.

5.2 POTENCIAL DE HIDROGENIÔNICO (pH) E ACIDEZ TITULAVEL

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de pH, acidez titulável e fator ácido dos amidos fermentados das variedades IAC 90 / IAC 15, Preta Tratamento 1 e Preta Tratamento 2. É do conhecimento que a fermentação do polvilho azedo é controlada

principalmente por bactérias ácido lácticas, produzindo ácido láctico e outros ácidos orgânicos o que se manifesta na diminuição do pH (LADEIRA; PENA, 2011).

Tabela 4 - Determinação do teor de acidez do potencial hidrogeniônico e fator ácido de amostras de amido de mandioca fermentado seco ao sol.

Horas de Fermentação	Variedade	Acidez (mL de NaOH/100g)	pH	Fator ácido
0 hora	IAC 90 /15	1,15 ^c ± 0,03	4,49 ^a ± 0,01	3,57 ^c ± 0,05
	Preta (Tratamento 1)	1,99 ^b ± 0,02	3,98 ^c ± 0,02	5,13 ^c ± 0,06
	Preta (Tratamento 2)	2,43 ^a ± 0,00	4,02 ^b ± 0,02	4,67 ^b ± 0,06
120 horas	IAC 90 /15	1,95 ^c ± 0,01	4,10 ^a ± 0,01	3,07 ^c ± 0,06
	Preta (Tratamento 1)	2,64 ^a ± 0,05	3,80 ^b ± 0,01	5,20 ^a ± 0,00
	Preta (Tratamento 2)	2,44 ^b ± 0,01	3,77 ^c ± 0,01	3,37 ^b ± 0,06
480 horas	IAC 90 /15	1,99 ^b ± 0,06	3,95 ^a ± 0,02	2,63 ^b ± 0,06
	Preta (Tratamento 1)	2,75 ^a ± 0,04	3,71 ^b ± 0,01	4,10 ^a ± 0,00
	Preta (Tratamento 2)	2,75 ^a ± 0,04	3,50 ^c ± 0,01	2,50 ^c ± 0,00
960 horas	IAC 90 /15	4,47 ^a ± 0,06	3,34 ^a ± 0,04	1,83 ^a ± 0,06
	Preta (Tratamento 1)	3,53 ^c ± 0,02	3,33 ^a ± 0,00	1,83 ^a ± 0,06
	Preta (Tratamento 2)	3,63 ^b ± 0,02	3,34 ^a ± 0,01	1,83 ^a ± 0,06

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, para cada período de fermentação diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

As variedades IAC 90 / IAC 15, Casca Preta Tratamento 1 e Casca Preta Tratamento 2 apresentaram valores de pH que se diferenciaram entre si ($p \leq 0,05$), respectivamente de 4,49, 3,98 e 4,02. Com um aumento do tempo de fermentação, observou-se diminuição do pH em todas as amostras com valores de 3,5 a 3,45 para o dia 20 de fermentação e estabilizando-se em 3,34 no quadragésimo dia de fermentação. Paralelo a queda do pH houve aumento da acidez titulável no dia zero (1,15, 1,99 e 2,43 mL de NaOH/100g) para o dia quarenta (4,47, 3,53 e 3,63 mL de NaOH/100g) e respectivamente para as variedades IAC 90 / IAC15, Casca Preta Tratamento 1 e Casca Preta Tratamento 2. A amplitude da variação da acidez titulável do polvilho azedo é decorrente de uma fermentação natural e de duração variável, sendo que a acidez titulável pode variar de 3,12 a 5,5 mL de NaOH/100g (CEREDA, 2002; MACHADO et al., 2010).

O fator ácido é definido como o volume em mililitros de ácido clorídrico 0,1 mol/L para abaixar o pH de uma dispersão de amido (25 g/50 mL) para 3,0. Este parâmetro em amidos nativos está relacionado com a pureza e ausência de substâncias consumidora de ácidos ou de agentes de natureza tamponantes. No caso do polvilho azedo observa-se que com o aumento do tempo de fermentação acontece uma diminuição do fator ácido, ficando bem evidente a partir do vigésimo dia de fermentação. Na literatura, não foram encontrados dados referentes ao fator ácido do polvilho azedo.

Tabela 5 - Determinação do teor de acidez do potencial hidrogeniônico e fator ácido de amostras de amido de mandioca fermentado seco em estufa.

Horas de Fermentação	Varietade	Acidez (mL de NaOH/100g)	pH	Fator ácido
0 hora	IAC 90 /15	1,14 ^b ± 0,00	4,35 ^b ± 0,01	3,33 ^c ± 0,06
	Preta (Tratamento 1)	1,07 ^c ± 0,01	4,40 ^a ± 0,00	5,33 ^a ± 0,12
	Preta (Tratamento 2)	2,43 ^a ± 0,01	3,88 ^c ± 0,01	4,83 ^b ± 0,12
120 horas	IAC 90 /15	1,99 ^c ± 0,02	4,00 ^a ± 0,01	3,43 ^b ± 0,06
	Preta (Tratamento 1)	3,02 ^a ± 0,02	3,80 ^b ± 0,01	4,17 ^b ± 0,06
	Preta (Tratamento 2)	2,49 ^b ± 0,01	3,46 ^c ± 0,00	3,10 ^c ± 0,01
480 horas	IAC 90 /15	3,02 ^a ± 0,02	3,70 ^b ± 0,01	2,10 ^c ± 0,00
	Preta (Tratamento 1)	2,73 ^c ± 0,01	3,78 ^a ± 0,01	5,20 ^a ± 0,00
	Preta (Tratamento 2)	2,82 ^b ± 0,05	3,46 ^c ± 0,00	2,27 ^b ± 0,06
960 horas	IAC 90 /15	6,03 ^a ± 0,01	3,25 ^c ± 0,01	1,77 ^c ± 0,06
	Preta (Tratamento 1)	3,58 ^c ± 0,03	3,69 ^a ± 0,01	2,57 ^a ± 0,06
	Preta (Tratamento 2)	4,75 ^b ± 0,03	3,38 ^b ± 0,01	2,07 ^b ± 0,06

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, para cada período de fermentação diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

A Tabela 5 demonstra que as amostras de amido fermentado das variedades IAC 90/ IAC 15, Preta Tratamento e Preta Tratamento 2 secas em estufa apresentaram um abaixamento do pH e uma elevação da acidez titulável, uma vez que no início da fermentação (tempo 0 hora) as determinações de pH foram de 4,35, 4,40 e 3,88 e acidez titulável 1,14. 1,07 e 2,43 mL de NaOH/ 100g. De maneira geral, o comportamento dos parâmetros acidez titulável, pH e fator ácido seguiram tendências similar a do amido fermentado seco ao sol.

Para as análises realizadas no período de 960 horas conforme demonstrado abaixo na Tabela 6, apenas a variedade Preta (tratamento 1) não apresentou diferença significativa no percentual de acidez, em relação as secagens ao sol e em estufa com os respectivos valores, 3,53 e 3,58 mL de NaOH / 100g. Para as determinações de pH todas as amostras se diferiram significativamente com valores variáveis entre 3,25 a 3,69, enquanto que para determinação do fator ácido não houve diferença significativa nas análises da variedade de mandioca IAC 90/15.

Tabela 6 - Determinação do teor de acidez do potencial hidrogeniônico e fator ácido de amostras de amido de mandioca fermentado por 960 horas secos ao sol e em estufa.

Variedades	Acidez (mL de NaOH / 100g)		pH		Fator Ácido	
	sol	estufa	sol	estufa	sol	estufa
IAC 90/ 15	4,47 ^b ± 0,06	6,32 ^a ± 0,01	3,34 ^a ± 0,04	3,25 ^b ± 0,01	1,83 ^a ± 0,06	1,77 ^a ± 0,06
Preta (Tratamento 1)	3,53 ^a ± 0,02	3,58 ^a ± 0,03	3,33 ^b ± 0,00	3,69 ^a ± 0,01	1,83 ^b ± 0,06	2,57 ^a ± 0,06
Preta (Tratamento 2)	3,62 ^b ± 0,02	4,75 ^a ± 0,03	3,34 ^b ± 0,01	3,38 ^a ± 0,01	1,83 ^b ± 0,06	2,07 ^a ± 0,06

5.3 DETERMINAÇÃO DO VOLUME ESPECIFICO E PERCENTUAL DE AMILOSE

5.3.1 Volume Específico

Os resultados das análises de volume específico das amostras de amido fermentado seco ao sol e em estufa, que avaliam a propriedade de expansão estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3. Em todas as figuras, independente do tempo de fermentação observa-se que os amidos fermentados secos ao sol desenvolveram a propriedade de expansão evidenciada pela obtenção de biscoitos de maior volume que os correspondentes amidos secos em estufa. Este resultado coloca em evidencia a

importância da radiação solar durante a secagem no desenvolvimento da propriedade de expansão. Vários pesquisadores sugerem que a luz UV do sol ou de lâmpadas catalisa no grânulo de amido modificações químicas de oxidação que se relacionam com a propriedade de expansão (CEREDA, 2002; NUNES, 1997; PLATA-OVIEDO, 2014).

Nas Figuras 1, 2 e 3 observa-se que o tempo de fermentação influencia na propriedade de expansão dos amidos fermentados secos ao sol. Para a variedade IAC 90 / IAC 15 a propriedade de expansão foi expressiva no vigésimo dia 8,92 mL/g e atingindo valor máximo de 10,24 mL/g no quadragésimo dia. Para a variedade Preta Tratamento 1 a propriedade de expansão manifestou-se no início da fermentação aumentando com o decorrer da fermentação, 6,53 mL/g (0 hora), 8,19 g/mL (120 horas), 10,15 mL/g (480 horas) e 12,02 mL/g (960 horas). A variedade Preta Tratamento 2 seguiu a mesma tendência da variedade de Preta Tratamento 1, atingindo propriedade de expansão de 10,95 mL/g (480 horas) e 11,36 mL/g (960 horas). Estes resultados mostram maior expansão do polvilho azedo obtido pela variedade de mandioca Preta em relação a variedade de raiz de mandioca IAC 90 / IAC15 nos tempos de fermentação de 480 e 960 horas colocando a importância na variedade da raiz de mandioca na obtenção do produto fermentado com boa propriedade de expansão.

Segundo Nunes (1997), a expansão ao forno é considerada pequena quando o valor apresentado é inferior a 5,0 mL/g, média quando este valor está compreendido entre 5,0 e 10,0 mL/g, e grande para valores maiores que 10 mL/g, conforme observados nos resultados às amostras de amido fermentado seco ao sol apresentaram valores de volume específico de expansão superior a 10,0 mL/g no período de 40 dias de fermentação, enquanto os amidos fermentados secos no secador apresentaram valores volume específico de expansão abaixo de 5 mL/g.

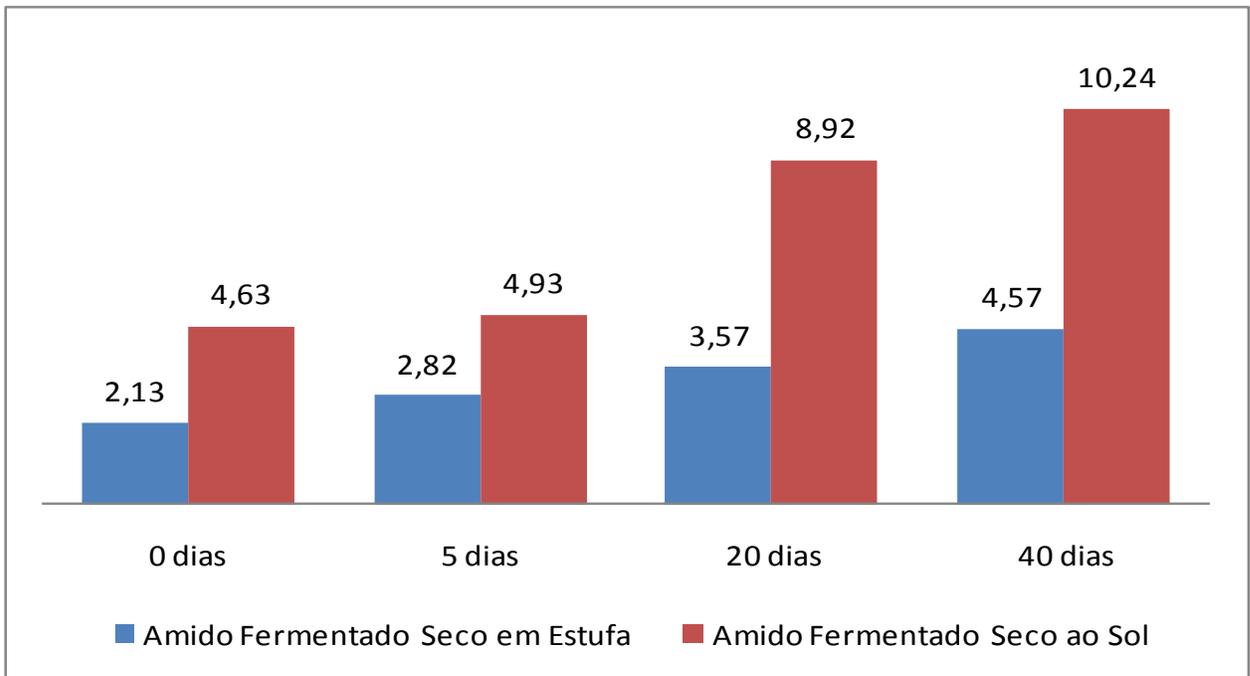


Figura 4. Determinação do volume específico de expansão (mL/g) das amostras de amido fermentado da variedade IAC 90/ IAC 15, secas ao sol e em estufa.

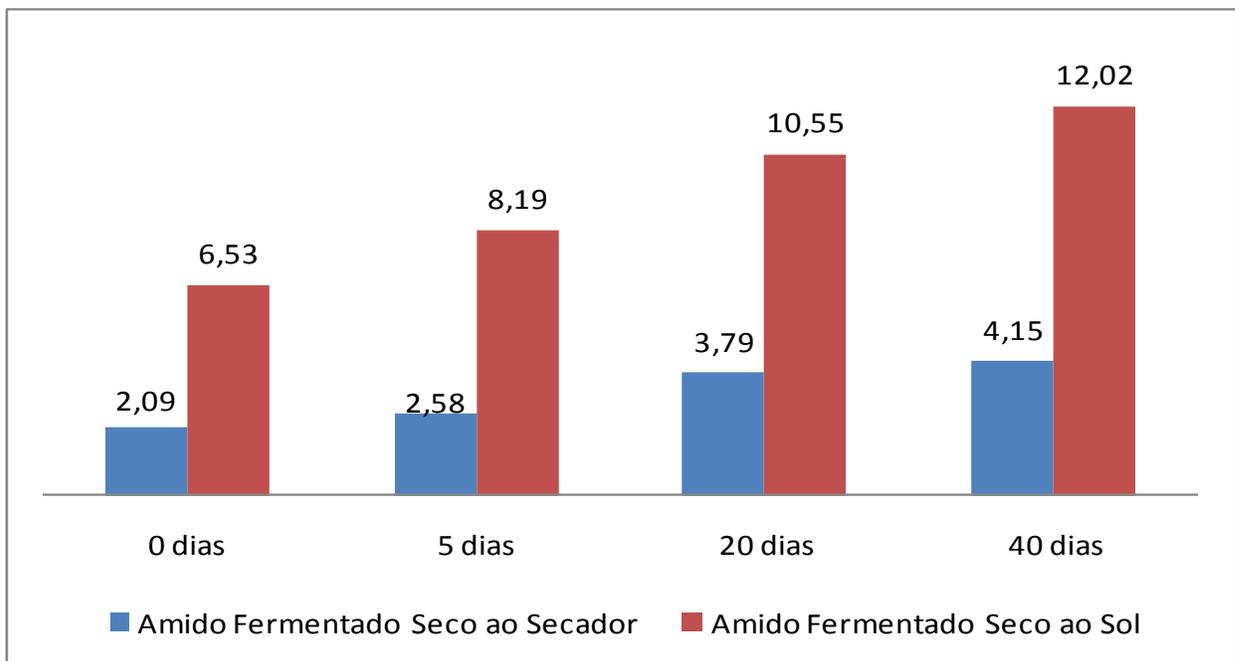


Figura 5. Determinação do volume específico de expansão (mL/g) das amostras de amido fermentado da variedade Preto (Tratamento 1), secas ao sol e em estufa.

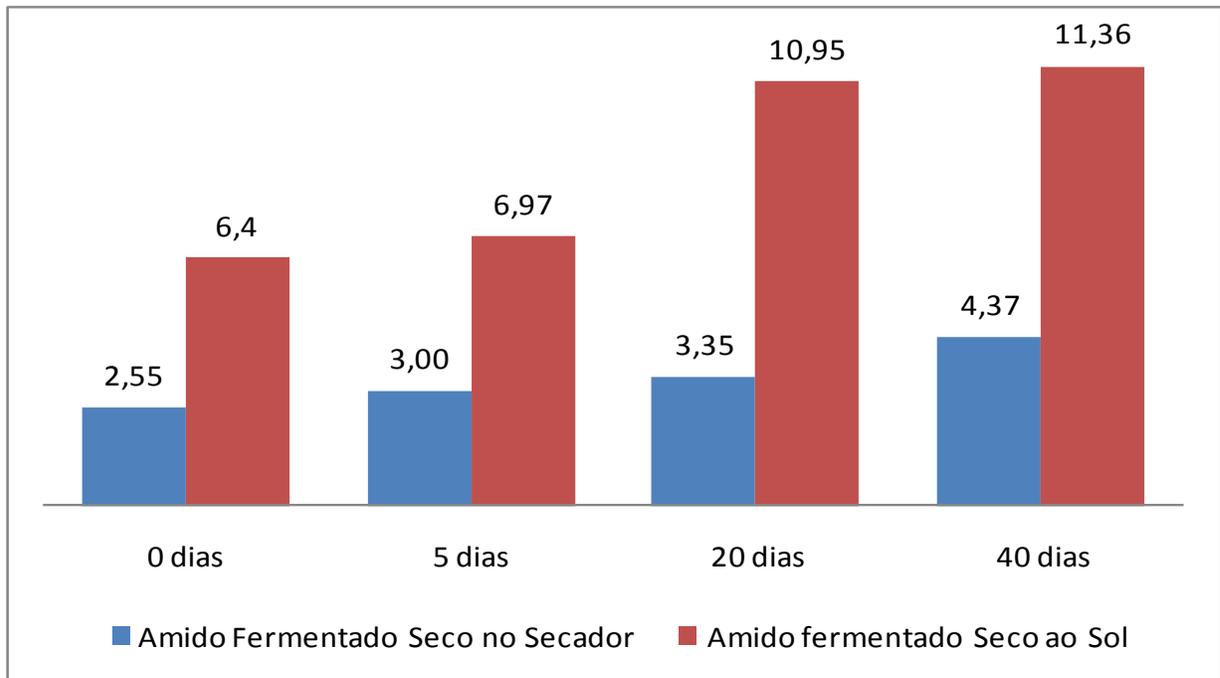


Figura 6. Determinação do volume específico de expansão (mL/g) das amostras de amido fermentado da variedade Preta (Tratamento 2), secas ao sol e em estufa.

Tabela 7. Determinação do volume específico das amostras de amidos fermentados a partir das variedades IAC 90/15, Casca Preta Tratamento 1 e Casca Preta Tratamento 2.

TF*	Variedade	Volume Específico (expansão)	
		Sol	Estufa
0 hora	IAC 90 /15	4,63 ^c ± 0,04	2,13 ^b ± 0,01
	Preta (Tratamento 1)	6,64 ^a ± 0,01	2,09 ^c ± 0,01
	Preta (Tratamento 2)	6,41 ^b ± 0,04	2,56 ^a ± 0,00
120 horas	IAC 90 /15	4,93 ^c ± 0,06	2,82 ^b ± 0,04
	Preta (Tratamento 1)	8,23 ^a ± 0,08	2,58 ^c ± 0,04
	Preta (Tratamento 2)	6,97 ^b ± 0,01	3,00 ^a ± 0,01
480 horas	IAC 90 /15	8,92 ^c ± 0,16	3,57 ^b ± 0,00
	Preta (Tratamento 1)	10,57 ^b ± 0,06	3,92 ^a ± 0,05
	Preta (Tratamento 2)	10,95 ^a ± 0,01	3,35 ^c ± 0,01
960 horas	IAC 90 /15	9,90 ^c ± 0,08	4,57 ^a ± 0,02
	Preta (Tratamento 1)	12,02 ^a ± 0,07	4,15 ^c ± 0,03
	Preta (Tratamento 2)	11,36 ^b ± 0,02	4,37 ^b ± 0,01

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, em bloco de três linhas a cada período de fermentação diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

* TF: Tempo de fermentação.

5.3.2 Amilose

Os teores de amilose dos amidos secos ao sol com zero hora de fermentação das variedades IAC 90/ IAC 15, Preta Tratamento 1 e Preta Tratamento 2 foram respectivamente, 16,91%, 17,61% e 20,44%, valores estes considerados normais em amido de mandioca. SILVA e CABELLO (2006) em sete amostras de amido de mandioca determinou teores de amilose no intervalo de 17,17 a 19,67% enquanto que FERRINI (2006) informa valor de 21,41% (Tabela 8).

Tabela 8 - Determinação do percentual de amilose das amostras de amidos fermentados a partir das variedades IAC 90/15 e Casca Preta.

Amilose (%)			
TF*	IAC 90 / IAC 15	Casca Preta-Tratamento 1	Casca Preta-Tratamento 2
0 hora	18,96 ^a ± 0,04	17,61 ^b ± 0,00	20,44 ^c ± 0,04
120 horas	18,62 ^a ± 0,06	17,88 ^b ± 0,10	20,35 ^c ± 0,04
480 horas	18,28 ^a ± 0,07	17,20 ^b ± 0,07	20,57 ^c ± 0,04
960 horas	17,97 ^a ± 0,01	18,27 ^a ± 0,70	18,51 ^a ± 0,10

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, em bloco de três linhas a cada período de fermentação diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

* TF: Tempo de fermentação.

No tempo de fermentação de 120 horas e 480 horas, os teores amilose entre as variedades mantiveram as diferenças ($p \leq 0,05$). No dia 40 de fermentação, os teores das três variedades (17,97; 18,27 e 18,51%) não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Quanto ao efeito do tempo de fermentação sobre o teor de amilose observa-se que para a variedades IAC 90/IAC 15 e Preta Tratamento 2, uma ligeira ($p \leq 0,05$) queda do dia zero (18,96 e 20,44%) para o 40 (17,97 e 18,51%, respectivamente), enquanto que para a variedade Preta Tratamento 1 observou-se ligeiro aumento de 17,61 para 18,27% ($p \leq 0,05$). Os resultados do presente trabalho não permitem apontar uma tendência quanto o feito da fermentação/secagem ao sol sobre teor de amilose, sendo necessário um maior número de amostras para compreensão do fenômeno. Por outro lado, Camargo et al. (1988) relata não terem encontrado diferenças significativas entre os teores de amilose de 4 amostras de amidos fermentados secos ao sol e os

respectivos amidos não fermentados. Os resultados do presente trabalho coincidem com os resultados de outros pesquisadores sugerindo que a fermentação do amido seguida da secagem ao sol não provoca a diminuição do teor de amilose.

5.4. RELAÇÃO DO TEOR DE AMILOSE E A PROPRIEDADE DE EXPANSÃO

Farinhas de arroz com diferentes teores de amilose (11,86, 23,06 e 30,57%) quando submetidas a tratamentos oxidantes com peróxido de hidrogênio/ácido láctico visando o desenvolvimento da propriedade de expansão, apenas a farinha com 11,86% amilose desenvolveu a referida propriedade (TAVARES et al., 2010), sendo um indicativo que em amiláceos com baixos teores de amilose são susceptíveis a desenvolver a propriedade de expansão.

Observa-se na Tabela 9 que a variedade Preta Tratamento 1 e Tratamento 2 com os menores e maiores teores iniciais de amilose (17,61 e 20,44%) manifestaram os maiores valores da propriedade de expansão PE, respectivamente de 12,02 e 11,36 mL/g, por outro lado variedade IAC 90/15 com 18,96% de amilose a magnitude da PE foi a menor valor, 9,9 mL/g. Estes resultados indicam que no caso de amido de mandioca além do teor amilose outros fatores podem estar relacionados coma susceptibilidade do amido desenvolver a PE.

Tabela 9 - teores iniciais de amilose das amostras secas ao sol de amidos fermentados por 40 dias, das variedades IAC 90/15 e casca preta.

	% Amilose	Vol. específico (mL/g)
IAC 90 /15	18,96 ^c ± 0,04	9,90 ^c ± 0,08
Preta (Tratamento 1)	17,61 ^a ± 0,00	12,02 ^a ± 0,07
Preta (Tratamento 2)	20,44 ^b ± 0,04	11,36 ^b ± 0,02

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

6 CONCLUSÃO

A fermentação promove modificação no amido que auxilia no desenvolvimento da propriedade de expansão dos amidos secos ao sol, o que não foi observado no amido de mandioca seco em estufa..

Nas amostras de amidos em diferentes tempos de fermentação observou-se a tendência de aumento da acidez titulável e de diminuição do pH, característico do processo de fermentação natural do polvilho azedo.

Os melhores resultados no desenvolvimento da propriedade de expansão foram obtidos no amido de mandioca de mandioca fermentado da variedade Casca Preta Tratamento 1, com 40 dias de fermentação.

Estes resultados indicam que no caso de amido de mandioca além do teor amilose outros fatores podem estar relacionados com a susceptibilidade do amido desenvolver a PE.

7 REFERÊNCIAS

ABERLE, T.; BURCHARD, W.; VORWEG, W.; RADOSTA, S. Conformation contributions of amylase and amylopectin to the structural properties of starches from various sources. **Starch/Stärke**, v. 46, n. 9, p. 329-335, 1994.

ACQUARONE, V. M.; RAO, M. A. Influence of sucrose on the rheology and granular size of cross-linked waxy maize dispersions heated to two temperatures. **Carbohydrate Polymers**, v. 51, p. 451-458, 2003.

APLEVICZ, Krischina Singer; DEMIATE, Ivo Mottin. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 478-484, 2007.

BRASIL. Resolução - nº 12, de 1978. CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Normas técnicas especiais**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Brasil, 24 de julho de 1978.

BUTARELO, Soraya S. BELEIA, Adelaide. FONSECA, Inês C. B. ITO, Kelly, C. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, 2004.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à Química dos Alimentos**. 2ed. São Paulo: Varela, 1995. 223 p.

BULÉON, A., COLONNA, P., PLANCHOT, V. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 23, n. 2, p. 85-112, 1998.

CAMPOS, A D. **Modificações após colheita no grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de 3 cultivares de Mandioca (*Manihot Sculenta* Crantz)**, 1987. Dissertação (Mestrado em ciências de alimentos) - Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL).

CAMARGO, C. COLONNA P. BULEON, A. RICHARD-MOLARD, D. Functional Properties of Sour Cassava (Monihot utilíssima) Starch: Polvilho Azedo, **Journal Science Food Agriculture**, v. 45, p. 273-289,1988.

CEREDA, M. P. **Propriedades Gerais do Amido**. Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill, v. 1, p.221, 2002.

CEREDA, M. VILPOUX, O. **Tecnologia, uso e potencialidade de tuberosas amiláceas latino americanas**. Série Cultura tuberosas amiláceas latino americanas. Vol. 3, 2003.

CHEETHAM, N. W. H.; TAO, L. Amylose conformational transitions in binary DMSO/water mixtures. **Carbohydrate Polymers**, v. 35, p. 287-295,1998.

CORDENUNSI, B. R.; Utilização de novas técnicas de microscopia na caracterização do amido, In: LAJOLO, F. M. e MENEZES, E. **Carboidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos**. Editora da USP, São Paulo, 646p., 2006.

DENARDIN, Cristiane Casagrande; DA SILVA, Leila Picolli. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, 2009.

DINIZ, I. P. **Caracterização tecnológica do polvilho azedo produzido em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais**. 2006. Tese de Doutorado. Tesis de maestría. Brasil: Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Viçosa, Minas Gerais, 2006.116 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Prensagem mecânica de farinha de mandioca**. Dez, 2001. Disponível em:
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/504507/1/it39.pdf>. Acesso em: 28 de janeiro de 2014.

EMBRAPA. **Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil**. Jan, 2003. Disponível em:
http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/colheita.htm. Acesso em: 29 de janeiro de 2014.

FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004.

FERRINI, L. M. K. **Efeito da modificação ácido-metanólica nas características estruturais e físico químicas de amidos de milho e mandioca.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Estadual Paulista —Júlio de Mesquita Filholl, 93 f., 2006.

GOUVÊA, Miryan, R. **Desenvolvimento e caracterização de sistemas viscoelásticos utilizando polissacarídeos e íons borato.** 2009.

GIONGO, Citieli. **Produção de ácidos graxos voláteis por biodigestão anaeróbia da manipueira.** 2011. 75 f. Dissertação (mestre em Engenharia química) – Universidade do Oeste do Paraná, Toledo, 2011.

INOUE, Kelen. Regina. A. **Produção de Biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizantes obtido na digestão da manipueira.** 92 f. Dissertação (pós-graduação em engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 2.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

LADEIRA, Taiana M. Souza; PENA, Rosinelson da Silva. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E TECNOLÓGICAS DOS POLVILHOS AZEDOS DE TRÊS CULTIVARES DE MANDIOCA. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 4, 2011.

MACHADO, A. V.; ARAÚJO, F. M. M. C. de; PEREIRA, J. **Caracterização física, química e tecnológica do polvilho azedo.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 5, p.01-06, 2010.

MAEDA, K.C.; CEREDA, M.P. **Avaliação de duas metodologias de expansão ao forno do polvilho azedo.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.21, n.2, p.139-143, mai/ago, 2001.

MANNERS, D. J.; MATHESON, N. K. The fine structure of amylopectin. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 90, p. 99-109, 1981.

NUNES, Luciano Bastos; SANTOS, W. de J.; CRUZ, Renato Souza. Rendimento de extração e caracterização química e funcional de féculas de mandioca da região do Semi-Árido Baiano. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 129-134, 2009.

OLIVEIRA SANTOS, Allana; O. S; OLIVEIRA, Luciana, A. O; JESUS, Jaciene, L; SANTANA, Fernanda, A; SANTOS, Vanderlei, S; OLIVEIRA, Eder, J. **Caracterização da composição do amido de acessos de mandioca**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/915376/1/CARACTERIZACAODACO MPOSIACAOResumon.138Allanaposter.pdf>. Acesso em: 02 de fev. 2014.

OLIVEIRA, Daiana Cardoso de et al. **Caracterização e potencial tecnológico de amidos de diferentes cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. 2011.

REIS TININI, Rodolpho César; COELHO, Silvia Renata Machado. **Caracterização do teor de amido em raízes de mandioca para agroindústrias de extração de fécula**. 2009.

SAGRILO, Edvaldo et al. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 115-125, 2002.

SILVA, Marcia C. et al. Processamento de amido de milho em câmara demistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 303-310, 2004

SILVA, F. de A. S. The ASSISTAT Software: statistical assistance. **In: International Conference on Computers in Agriculture 6**, Cancun, 1996. Anais Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298. Disponível em: <http://assistat.com/indexp.html>. Acessado dia 20 de dezembro de 2014.

SILVA, F. I; CABELLO, C. Caracterização das estruturas moleculares de amido de mandioca utilizando metodologia de permeação em gel. **Energia Agrícola**, Botucatu, v. 21, n.1, p. 50-68, 2006.

TAVARES, Ana Clara, K. ZANATTA, Elton. ZAVAREZE, Elessandra. R. HELBIG, Elizabete. DIAS, Alvaro. R. G. The effects of acid and oxidative modification on the expansion properties of rice flours with varying levels of amylose. **LWT-Food Science and Technology**, v. 43, n. 8, p. 1213-1219, 2010.

WHISTLER, R.L. E PASCHAL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology**. v. 1 Fundamental Aspects. Academic Press, N. Y. and London, 1965. 579 p.

WOSIACKI, Gilvan; CEREDA, Marney Pascoli. Valorização de resíduos do processamento de mandioca. **Publicatio UEPG-Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 8, n. 01, 2009.

ZOBEL, H. F.; STEPHEN, A. M. Starch: Structure, Analysis, and Application. In: **Food Polysaccharides and their Applications**. (Ed.) STEPHEN, A. M. (Ed.) New York, p. 19-65, 1995.

ANEXO 01

Determinação do Volume específico - Método empresa do noroeste do Paraná.

Material:

- Balança semi-analítica;
- Forno;
- Recipiente de plástico;
- Colher de pau;
- Proveta de 50 mL;
- Proveta de 500 mL;
- Alpiste.

Procedimento:

- Tarar a balança semi-analítica com o recipiente e pesar 31,25 gramas do produto;
- Pesar 0,5 gramas de sal e 2,5 gramas de margarina. Juntar com a amostra do produto;
- Ferver 25 mL de água e esquentar a mistura;
- Misturar bem a massa. Amassar e fazer 4 bolinhas de 4 gramas cada;
- Levar ao forno para assar.

Resultados:

- Depois de tirar as bolinhas do forno, esfriar e pesar em balança semi-analítica;
- Colocar as bolinhas com o alpiste na proveta de 500 mL. Anotar o valor deslocado das sementes.
- Dividir o volume da proveta pelo peso das bolinhas. Este é o valor da expansão em g/ ml. Anotar na ficha de análise do produto.

ANEXO 02

Determinação de Amilose (ISO, 1987) – Modificado.

A- As soluções e o amido de referência

Hidróxido de sódio 1 M

Dissolver 4 g de hidróxido de sódio (NaOH) em água destilada e completar a 100 mL com água destilada.

Ácido Acético 1 M (Vetec, 99,7% pureza)

Pegue 9 mL de NaOH 1 M e complete a 100 mL com água destilada.

Solución stock de iodo a 0,2 por cento (Vetec, 99,8% pureza)

Dissolver 2 g de iodeto de potasio (KI) em um pouco de água destilada e agregar 0,2 g de iodo (I₂), dissolver e complete a 100 mL com água destilada.

Etanol 85%

Meça 86 mL de etanol 86% (v/v) e complete para 100 mL com água destilada.

Amido de Referência: amido de mandioca AMITEC cm 18,432 ± 0,168% de amilose, em base seca.

B- Método

Pese exatamente 100 mg de amido (base seca) em tubo Falcon de 40 mL.

Desengordure o Amido – Extração sohxelt por 4 horas com etanol 95%.

Adicione 1,0 mL de etanol a 96% e 9 mL de NaOH 1 M, agite continuamente.

Aqueça em banho de água em ebulição por 10 minutos ou até completa dissolução do amido. Resfria a solução em banho de água a temperatura ambiente.

Transfira a solução para um balão de 100 mL. Lave o béquer com 5 porções de 10 mL de água destilada e transfira a água de lavagem para o balão. Complete o volume do balão com água destilada.

Deposite em um balão de 100 mL, cinquenta (50) mL de água destilada, transfira 5 mL da solução de amido, agite volumétrico, adicione 1,0 mL de ácido acético 1 M. Agite Adicione 2,0 mL de solução de iodo. Agite. Complete o volume com água destilada. Agite.

Após 20 minutos de repouso em lugar escuro determine a absorbância em 620 nm. Para zerar o aparelho use como branco uma solução preparada em balão de 100 mL: 50 mL de água destilada + 1,0 mL de ácido acético 1 M. Agite. Adicione 2 mL de solução de iodo. Agite. Complete o volume com água destilada. Agite.

Realize este procedimento com o amido-referência (teor de amilose conhecido, aquele do pacote da amafil, tudo em base seca, temos que calcular a umidade dele) em duplicata e em triplicata com os amidos problemas (objetos de estudo).

$$\% \text{ Amilose} = \frac{\% \text{ amilose am. r.}}{\text{Abs.}} \times \text{Abs. p.}$$

Onde: % amilose am. r. - % de amilose do amido-referência;

Abs. – Absorbância amido-referência;

Abs. P. – Absorbância amido-problema.

Referências

ISO. Determination de la teneur en amylose. ISSO 6647. International Organization for Standarization, Suiza, 1987.