

O POLVILHO AZEDO

O polvilho azedo é um derivado da fécula de mandioca. É considerado um amido modificado por oxidação. Graças a esta modificação, adquire a propriedade de expansão que outros amidos nativos não têm. Essa expansão permite seu uso na fabricação de biscoitos de polvilho e pão de queijo.

A ORIGEM DO POLVILHO

A fécula da mandioca recebe também a denominação de polvilho. O polvilho azedo é um tipo de fécula de mandioca modificado por processo de fermentação e secagem solar, apresentando características bem diversas do polvilho doce.

O polvilho azedo é um produto regional e embora de preparo artesanal, a sua produção já era grande em 1978, nos Estados de Minas Gerais, Santa Catarina, Paraná e São Paulo, onde é fabricado por um grande número de indústrias rurais de pequeno porte.

Devido à necessidade de diversificação da produção das fecularias, o polvilho azedo se oferece como uma alternativa de baixo custo à produção de amidos modificados. Frente à crise das empresas de farinha, muitas indústrias aspiram a uma conversão da planta de processamento para produção de polvilho. Essa solução tem a vantagem de aproveitar parte da estrutura da farinha e de não exigir investimentos muito elevados. Isso está atraindo cada vez mais empresários para a produção de polvilho azedo.

A procura de polvilho azedo é grande por parte do consumidor, principalmente para ser utilizado em produtos de confeitaria na forma de biscoitos, sequilhos, pão de queijo, bolos, etc. Além desses produtos, o polvilho azedo é também muito utilizado como revestimento em



amendoim japonês. É insubstituível no preparo de biscoito salgado, que se caracteriza por ser um produto muito leve e volumoso, resultado da expansão do polvilho azedo ao forno.

O polvilho azedo é um amido modificado com temperatura de gelificação inferior a fécula de mandioca nativa, o que explica a possibilidade de gelificação do

amido pelo processo de escaldamento. O amido gelificado ajuda a reter CO₂ e expande a massa.

Para que o polvilho azedo possa ocupar um espaço maior no mercado, dois pontos são da maior importância: a uniformização da qualidade, com destaque para a propriedade de expansão, e a melhora na higiene da produção.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO POLVILHO AZEDO

O polvilho azedo é ainda um produto artesanal, mesmo quando fabricado em fecularias modernas, apresentando grande heterogeneidade de qualidade.

Com uma fermentação natural de duração variável, é de esperar que o polvilho azedo comercial apresente uma grande variabilidade em suas características físico-químicas e microbianas. As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, os resultados de análises realizadas em amostras colhidas diretamente nas indústrias quanto as características físico-químicas e microbiológicas.

TABELA 1 - VARIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO POLVILHO AZEDO	
	Médias
Umidade (%)	13,62
% da massa seca	
Amido	94,79
Fibra	0,41
Proteína	0,30
Matéria graxa	0,15
Cinzas	0,23
Outras análises	
pH	4,00
Acidez (mL NaOH N/100g)	5,50
HCN (mg/kg)	ausente

Segundo a legislação brasileira, o polvilho azedo é o produto amiláceo acidificado da mandioca. Tradicionalmente, o produto é produzido por fermentação e seco ao sol. A legislação brasileira, através das Normas para Alimentos e Bebidas, diferencia a fécula (polvilho doce) do polvilho azedo apenas pelo teor de acidez, sem levar em consideração sua principal característica, que é a expansão sem necessidade de fermento químico ou biológico.

Os principais limites físico-químicos para o polvilho azedo incluem:

- Umidade % p/p: máxima de 14,00
- Amido % p/p: mínimo de 80,00

TABELA 2 - VARIÇÃO DA COMPOSIÇÃO MICROBIOLÓGICA DE DUAS AMOSTRAS COMERCIAIS DE POLVILHO AZEDO		
Microorganismos	Amostra 1	Amostra 2
Contagem total em placas	< 10	3100
Bactérias coliformes fecais	< 10	< 10
Coliformes termo resistentes (44C)	< 10	< 10
Clostridium sulfito redutores (44C)	.*	.*
Staphylococcus aureus	< 100	< 100
Bolores e leveduras	360	120
Salmonelas	.*	.*

.*: Não analisado

- Cinzas % p/p: máximo de 0,5
- Acidez expressa mL NaOH N/100g p/p: máxima de 5,00

Os principais limites microbiológicos para o polvilho azedo incluem:

- Contagem total em placas: menor ou igual a 5. 10⁴/g
- Bactérias coliformes fecais: 0 em 1g
- Clostridium sulfito redutores (44°C): máximo 2. 10³/g
- Staphylococcus aureus: ausente em 0,1g
- Bolores e leveduras: máximo 10³/g
- Salmonelas: ausente em 25g

Uma das principais características do polvilho azedo é sua acidez, considerada por muitos como um critério de qualidade. Semelhante ao pieles, o ácido lático é o principal responsável pela acidez elevada, seguido do ácido acético, também encontrado no vinagre, e do ácido butírico, responsável pelo aroma de queijos e manteiga.

A principal propriedade do polvilho azedo é a expansão.

PROCESSAMENTO DO POLVILHO AZEDO

De acordo com o teor da acidez, o polvilho é classificado como doce ou azedo.

O polvilho doce é obtido da lavagem da massa ralada da mandioca e posterior decantação da água da lavagem, para separar o amido de fibras, de material protéico e de impurezas. É submetido à secagem, depois da decantação.

O polvilho azedo é o amido fermentado em tanques até atingir a acidez aproximada de 5%.

Os cuidados durante o processamento definem a qualidade final do polvilho.

Para a fabricação de polvilho de qualidade, o produtor precisa observar os procedimentos recomendados para o processamento de alimentos: localização adequada da unidade de processamento; utilização de medidas

rigorosas e higiene dos trabalhadores na atividade; limpeza diária das instalações e equipamentos; matéria-prima de boa qualidade; tecnologia de processamento apropriada; embalagem e armazenagem adequadas.

Os equipamentos necessários para a fabricação do polvilho incluem: lavador/descascador, ralador, tanque para lavagem da massa, tanques para decantação do polvilho, jiras para secagem do polvilho, estrado para classificação e empacotamento, cubas plásticas, e balança mecânica.

Já o fluxo para processamento abrange as etapas de colheita da mandioca, lavagem e descascamento, ralação das raízes, lavagem da massa, fermentação do amido, secagem do polvilho, classificação/empacotamento/pesagem, e armazenagem do polvilho. O fluxograma de processamento do polvilho é apresentado na Figura 1.

Colheita da mandioca. As raízes de mandioca para fabricação de farinha e polvilho são colhidas com a idade de 16 a 20 meses, entre abril e agosto, quando apresentam o máximo de rendimento.

O processamento deve acontecer no mesmo dia após a colheita ou no prazo máximo de 36 horas, para evitar o seu escurecimento e perdas, resultando em produtos de qualidade inferior, pois logo após a colheita inicia-se o processo de fermentação das raízes.

Outro aspecto importante a ser observado é evitar atritos e esfolamentos das raízes, porque isso provocaria o início da fermentação, o que também resulta em produto de qualidade inferior.

Lavagem e descascamento. As raízes devem ser lavadas para eliminar a



terra aderida à sua casca, evitando-se a presença de impurezas que prejudicam a qualidade do produto final.

O descascamento elimina as fibras presentes nas cascas, as substâncias tânicas que escurecem a farinha e parte do ácido cianídrico que se encontra, em maior proporção, nas entrecascas.

O descascamento pode ser manual, através de facas afiadas ou raspador, ou mecânico, utilizando-se um descascador cilíndrico ou em forma de parafuso.

Após o descascamento manual as raízes devem ser novamente lavadas para retirar as impurezas a elas agregadas durante o processo.

No descascador mecânico a lavagem e o descascamento são feitos ao mesmo tempo, através do atrito das raízes entre si e delas com as paredes do equipamento, com fluxo contínuo de água.

A lavagem e o descascamento bem feitos resultam na obtenção de polvilho de melhor qualidade. Um adulto descasca, em média, 250 kg de raízes de mandioca em oito horas de trabalho.

Ralação das raízes. A ralação é feita para que as células das raízes sejam rompidas, liberando os grânulos de amido e

permitindo a homogeneização da massa e maior rendimento do polvilho.

A ralação normalmente é feita em cilindro provido de eixo central com serrinhas.

As serras do cilindro não devem ter dentes tortos, faltantes, gastos ou enferrujados, pois isso interfere no rendimento e na qualidade do produto final.

Os dentes das serrinhas se desgastam com o uso, devendo-se, periodicamente, ter o cuidado de regular o espaço entre o cilindro e o chassi do ralador.

O ajuste do eixo e das polias, bem como a manutenção das serras são indispensáveis para homogeneização das massas, definição da granulometria e aumento do rendimento do produto.

Pontos importantes a serem observados na ralação da mandioca incluem o ajustamento do cilindro, a rotação adequada, as serrinhas em bom estado, e as polias ajustadas.

Lavagem da massa. Após a ralação das raízes, a massa é lavada até a retirada total do amido ou goma. Essa operação é feita acrescentando-se água à massa e coando em tecidos de malha fina, superpostos, de modo

a não permitir a passagem de massa e até que a água se apresente transparente. É feita sobre um tanque de passagem, de onde o líquido leitoso, contendo amido, é distribuído para os tanques de decantação.

Fermentação do amido. Consiste em deixar o amido nos tanques, à temperatura ambiente por um período que varia de 15 a 40 dias, dependendo da temperatura ambiente, até que o produto atinja acidez aproximada de 5%.

Os tanques de decantação devem estar sob uma cobertura, para evitar que o polvilho receba impurezas. Devem ser revestidos de cerâmica ou azulejos, podendo também ser de fibra, material utilizado para piscinas.

Durante todo o período de fermentação, o polvilho deve permanecer coberto por uma lâmina de água, de 10 cm. O polvilho exposto ao ar adquire coloração azul ou arroxeada, o que reduz sua qualidade.

Após o período de fermentação, o polvilho é retirado dos tanques e levado para secar.

Secagem do polvilho. A secagem é feita sobre jiraus forrados com tecido de algodão ou lona plástica, com exposição direta ao sol, por aproximadamente oito horas, até o polvilho atingir a umidade de 13% a 14%.

Classificação/Empacotamento/Pesagem. Após a secagem, o polvilho é esfarelado e peneirado com a utilização de peneiras com os crivos adequados à granulometria desejada.

O polvilho é acondicionado em sacos de 50 kg para o mercado atacadista e de 1 kg para o mercado varejista.

Armazenagem do polvilho. A armazenagem deve ser feita em local seco e arejado, exclusivo para essa finalidade. Deve ser feito combate constante a insetos e roedores.

A IMPORTÂNCIA DA FERMENTAÇÃO

As condições em que se desenvolve a fermentação de polvilho azedo são

muito especiais: substrato formado exclusivamente por amido granular, como fonte de carbono para os microorganismos; meio quase sólido formado pela decantação do polvilho no tanque e, conseqüentemente, condições anaeróbias no meio, que se estabelecem nos primeiros cinco dias.

O polvilho deve permanecer nos tanques de fermentação sob uma camada de água, que no início chega a 20 cm e vai secando com o passar do tempo. O período necessário para que uma fermentação seja completa varia de três a seis dias. Poucos produtores trocam a água sobrenadante, prática esta correta, pois ensaios de fermentações realizados em laboratório comprovaram ser uma prática desvantajosa.

A natureza do processo fermentativo, utilizado comercialmente, é ainda pouco conhecida e caracteriza-se por ser um processo rudimentar e empírico, em que a maioria dos produtores não utiliza inóculo para garantir ou apressar a fermentação. É desconhecido também o efeito do processo fermentativo sobre as propriedades tecnológicas do polvilho, particularmente as de expansão da massa para fabricar biscoito. Entretanto, é consenso que o material, que fica entranhado nos tanques, pode dar início ao processo fermentativo. A fermentação para obtenção do polvilho azedo é um processo espontâneo, desenvolvido por diversos microorganismos naturalmente presentes na matéria-prima, na água e nos tanques de fermentação. Esta característica explica a grande variação encontrada na qualidade do polvilho azedo proveniente de diversos produtores, ou de um mesmo produtor. As diferentes condições climáticas brasileiras selecionam a microbiota predominante nos processos fermentativos, fazendo com que polvilhos produzidos em diferentes regiões apresentem diferenças concernentes à acidez e composição de ácidos orgânicos.

Alguns produtores costumam utilizar, como inóculo, o polvilho azedo da safra anterior, úmido ou seco, ou optam por deixar no fundo do tanque grãos de milho ou mistura de fubá e suco de limão, envolto em sacos. Embora a utilização como inóculo da safra anterior seja vantajosa, a acidificação artificial é

temporária e não produz polvilho azedo de boa qualidade. Tendo início na microflora do inóculo, meio ambiente ou matéria-prima, a fermentação sempre apresenta sinais visíveis após poucos dias, com formação de bolhas e espumas na superfície, caracterizando o final da fermentação. Bolhas de gás aparecem também depositadas na massa de polvilho. A fermentação caracteriza-se pelo abaixamento do valor do pH, com a produção concomitante de ácidos orgânicos e compostos aromáticos.

O início da fermentação é marcado pela rápida queda na concentração de oxigênio dissolvido, que é consumido por bactérias amilolíticas aeróbias, transformando-o em CO₂ e H₂, além de ácidos orgânicos, como o ácido acético, butírico, láctico, propiônico e outros.

A fermentação é dividida em três etapas, as quais nem sempre são bem distintas. Os gêneros de microorganismos responsáveis por estabelecer as condições apropriadas pela primeira etapa da fermentação incluem: *Achromobacter*, *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Bacillus* e *Clostridium*. Na segunda etapa, são os microorganismos acidogênicos que exigem maiores condições nutritivas para o seu desenvolvimento. Finalmente, na terceira etapa, predominam os microorganismos saprófitos e contaminantes, leveduras de várias espécies, que são responsáveis pela degradação de alguns produtos da fermentação. Os microorganismos desta etapa são do gênero *Bacillus* e alguns fermentativos. Nessa etapa há geração dos compostos que contribuem para o aroma e gosto típico do polvilho azedo. Três tipos de fermentação são identificados: láctica, com a presença de microorganismos do gênero *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Pediococcus*; fermentação propiônica, em que o gênero *Propionibacterium* é encontrado; e, finalmente, a fermentação butírica, com presença do gênero *Clostridium*.

Estudando a microbiota envolvida no processo de fermentação do polvilho, foram encontradas diversas bactérias em estágio preliminar, tais como as espécies de *Escherichia*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Micrococcus sp.* e *Bacillus subtilis*. É provável que o crescimento de *Micrococcus*, nessa etapa da fermentação, seja

devido ao fato de ainda existir, no meio, uma quantidade suficiente de oxigênio para manter o crescimento dos mesmos. As demais espécies podem desenvolver-se anaerobicamente, pois apresentam metabolismo facultativo.

A presença de *Bacillus subtilis*, cuja produção de enzimas amilolíticas é bastante conhecida, evidencia que, durante a fermentação, a ação das enzimas propicia uma fonte de carbono para o metabolismo dos agentes de fermentação e que, além de alterar o aspecto da superfície dos grânulos da fécula de mandioca após a fermentação, provocam rugosidades e pontuações bem características. Os grânulos de amido fermentado ainda apresentam, sob luz polarizada, perda parcial de birrefringência e tendência marcante para formar agregados.

Alguns estudos apresentam, ainda, uma microbiota constituída por bactérias aeróbias e microaerófilas, leveduras e alguns fungos filamentosos. Foram isolados, também, cocos e bacilos Gram-positivos esporulados e não-esporulados. Não foi detectada a presença de bactérias coliformes. Nas primeiras etapas da fermentação, observa-se predomínio bacteriano, especialmente de cocos e bacilos Gram-positivos sobre as leveduras. Em regiões frias, a fermentação é lenta e predomina a microbiota láctica, com uma maior freqüência do *Lactobacillus plantarum*. Nas regiões quentes, a fermentação é mais rápida e predomina a microbiota butírica, sendo o *Clostridium butyricum* o que predomina com maior freqüência.

Alguns experimentos foram realizados no sentido de relacionar acidez e pH com o estágio de fermentação e com a qualidade do polvilho. Entretanto, não foi possível estabelecer nenhuma relação entre eles. Não há predominância de quaisquer dos diversos ácidos encontrados no produto, visto que a microbiota presente depende de fatores ambientais. A acidez máxima e o pH não constituem um referencial para determinar o estágio de fermentação ou a qualidade do polvilho.

O mecanismo de modificação que ocorre durante a fermentação também foi pesquisado, concluindo que se trata de reação de oxidação. Portanto, o polvilho azedo é um amido modificado. Segundo pesquisadores, mesmo entre

as féculas, a de mandioca é a que proporciona o maior grau de expansão, necessário para a obtenção de produtos de boa qualidade.

O processo fermentativo altera a fécula de forma que o polvilho azedo apresente características peculiares. As modificações que ocorrem durante a fermentação alteram sua reologia, de modo que os amilogramas característicos apresentam-se com viscosidade máxima menor do que a fécula doce, sendo o início do processo de gomificação detectado em temperaturas inferiores à do polvilho doce nas mesmas concentrações, sem tendência a geleificação durante o resfriamento até 50°C, com viscosidade muito baixa constante. Dessa forma, poderá resultar a formação da massa, durante o processamento do biscoito, quando se procede ao esquentamento, explicando por que o polvilho azedo não pode ser substituído pelo polvilho doce. Além de alterações físico-químicas, a fermentação promove uma mudança no sabor e aroma da fécula, sendo que o novo sabor e aroma desenvolvidos fazem parte da caracterização do produto.

AVALIAÇÃO DE SUJIDADES

A legislação brasileira é clara em relação à ausência de sujidades em produtos alimentícios. O fato de ser produzido por tecnologias artesanais e, principalmente, pela necessidade de secagem solar, fazem do polvilho azedo um produto extremamente vulnerável às sujidades. Pesquisadores realizaram uma extensa varredura sobre as sujidades em amostras de polvilho azedo coletadas em supermercados de diversas cidades dos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A pesquisa de sujidades foi realizada em amostras de polvilho azedo de 200g, depois de hidrolisadas com HOH 10% e passadas por peneira, sendo o material retido, então, examinado em microscópio estereoscópico, com aumento de 20

vezes. Foi considerada a frequência de fragmentos de insetos, insetos inteiros, ácaros, larvas ou pupas, pêlos de roedor e a presença de matéria arenosa/terrosa.

A maioria das amostras (72,7%) apresentou entre um e nove fragmentos de insetos, enquanto 27,3% das amostras apresentaram de 10 a 20 fragmentos. Em 63,6% das amostras, nenhum inseto inteiro foi encontrado. As outras amostras continham de um a três insetos, o que as desqualificam para uso alimentar. Esse tipo de sujidade compromete o produto no aspecto higiênico-sanitário. A presença de inse-



tos inteiros sugere que a contaminação ocorreu após a classificação e durante o armazenamento, uma vez que após a secagem o polvilho azedo é moído, o que com certeza fragmentaria os insetos.

A constatação de ácaros ocorreu em duas amostras (12%), o que por si só equivale a desclassificação. A contaminação por ácaros sugere um armazenamento inadequado.

Nas amostras analisadas só foi constatada a presença de larvas ou pupas em quatro amostras, de forma que para esse quesito, 63% das amostras tinham condições de serem comercializadas. Nas amostras de produto comercial, 31 não apresentaram contaminantes. Essas sujidades apresentam grande probabilidade de terem vindo dos tanques de fermentação, onde os ácidos orgânicos gerados atraem moscas e drosófilas, podendo ser evitadas pela cobertura dos tanques com telas ou tecidos.

A análise de pêlos de roedores sugere locais e condições de armazenamento altamente desfavoráveis e incompatí-

veis com o consumo humano. Foram encontrados pêlos de roedores em duas amostras (18%) do Estado do Rio Grande do Sul, em seis amostras (19,4%) do Paraná, e em três amostras (11,5%) de Santa Catarina.

A presença de material arenoso ou terroso é uma contaminação muito comum nas amostras de polvilho azedo. Por ser de difícil determinação quantitativa, os resultados desse estudo especificamente foram classificados subjetivamente quanto a intensidade da presença em *pouca*, *média* e *muita*. Nas amostras de produto comercial do Estado do Rio

Grande do Sul foi constatada presença desse contaminante em *pouca* quantidade em seis amostras (54,5%), *média* em duas amostras (18,2%) e *muita* em três amostras (27,3%). Esse tipo de contaminação pode surgir de duas situações. Na etapa de secagem ao sol, o polvilho azedo fica exposto à poeira do ambiente, em locais sem pavimentação ou próximos de estradas. O vento pode ser um fator importante. Essa situação pode ser controlada com o uso de quebra-ventos com árvores e a manutenção de grama ou pedra brita nas imediações dos locais de secagem.

Outro fator que pode contribuir para a presença de material arenoso ou terroso são os tanques de fermentação que, em geral, são de alvenaria, revestidos de lajotas ou azulejos. Com a fermentação, a acidez aumenta, sendo comum que haja ataques às paredes do tanque e às juntas do revestimento, com o arraste do material no produto fermentado.

VARIAÇÃO DA EXPANSÃO DO POLVILHO AZEDO

O polvilho azedo é obtido pela fermentação de polvilho doce, podendo também ser produzido da fécula recuperada do líquido de prensagem da massa ralada, como subproduto da fabricação de farinha de mandioca e de raspas. Após a fermentação, o polvilho azedo é submetido à secagem ao sol.

Produtores que tentaram secagem artificial asseguram que não obtiveram produto seco com o mesmo poder de expansão, sugerindo que mais do que o calor, é a radiação solar a responsável pela propriedade.

A expansão ao forno do polvilho azedo é diferente da expansão dos grânulos de amido, que também incham ou entumescem em suspensão aquosa. Estudos mostram que nas mesmas condições, as pastas de polvilho doce (não fermentado e exposto ao sol) não se expandem ao forno.

Os índices de expansão ao forno é a principal diferença entre o polvilho doce e o azedo.

Existem duas metodologias disponíveis para avaliar a expansão do polvilho azedo no forno. A metodologia prática, ou simplificada, é uma análise de baixo custo, necessitando apenas de uma pessoa treinada para a sua realização. Já a metodologia instrumental utiliza o farinógrafo de Brabender e tem como base uma formulação padrão para biscoitos. É uma metodologia mais demorada, que exige treinamento especializado do analista e investimento em equipamento.

Partindo da hipótese de que a quantidade do polvilho azedo está relacionada com o seu desempenho no forno, foi estabelecida uma formulação básica para biscoito de polvilho. Com pequeno número de variáveis, essa metodologia é semelhante à usada em panificação experimental. A formulação padrão consiste em: polvilho azedo 100%, gordura hidrogenada 15%, sal 4% e água ao redor de 80% (variáveis de acordo com o polvilho azedo utilizado).

A formulação instrumental foi desenvolvida em um farinógrafo Brabender para estabelecer uma massa de consistência padrão de 40 UF. Ao ajustar essa consistência, a quantidade de água usada é medida e considerada como o segundo índice de qualidade, à semelhança do que ocorre com a panificação experimental para farinha de trigo. Os corpos de prova com formato de biscoito são confeccionados diretamente sobre a assadeira e levados ao forno com temperatura de 200°C, durante 10 a 20 minutos. A assadeira utilizada pode ser de alumínio, sem necessidade de untar a forma. A avaliação da qualidade do

polvilho azedo também é feita a partir do volume específico, para a expansão ao forno, da porcentagem de água absorvida, para avaliar o rendimento de massa, e do poder de expansão, relação entre o volume da massa crua e da massa após o fornecimento.

O farinógrafo de Brabender é empregado para medir as características e aptidões das farinhas no amassamento. Com o farinograma é possível detectar a tempo desvios nas variáveis-chave, permitindo correções de modo a obter farinhas que cumpram com as especificações particulares de cada cliente. A mais importante destas variáveis é a estabilidade (medida em minutos), e indica a tolerância à fermentação que possui uma farinha quando esta se umidifica e amassa. Através deste procedimento pode-se determinar não só o nível de absorção de água (em ml/100g) que exibem as farinhas e o comportamento das massas elaboradas a partir delas, mas também a consistência ou resistência (em unidades farinográficas) apresentadas pelas pastas ao serem amassadas a uma velocidade constante no farinógrafo.

Pesquisas adicionais ajustaram essa metodologia para uma viscosidade da massa em 60 UF. Em paralelo, a metodologia prática foi simplificada, passando a ser feita em batedeira e a consistência determinada em consistômetro Bostwick (aparelho que determina a consistência de substâncias semifluidas ou plásticas), com textura similar à de pasta de dente. Os corpos de prova são confeccionados diretamente sobre a assadeira, e fornecidos a 200°C, por 10 a 20 minutos.

Após a aplicação dessa metodologia em amostras comerciais e materiais de pesquisa, foram estabelecidos índices para classificar a expansão em pequena de $\leq 5,0$ mL/g, média de 5,0 a 10 mL/g, e grande de $\geq 10,0$ mL/g.

Essa metodologia simples foi adotada por pesquisadores no Brasil e no exterior. Pesquisas foram realizadas para avaliar amostras de polvilho azedo através do teste do biscoito, seguindo a formulação padrão descrita anteriormente, com redução do sal para 3%. O menor volume específico obtido foi de 11 mL/g e o maior foi de 15 mL/g. Uma nova pesqui-

sa analisou amostras de polvilho azedo coletadas junto ao comércio no Estado do Paraná. A propriedade de expansão foi avaliada e o volume específico médio encontrado foi de 6,66 mL/g.

Apesar da metodologia simplificada ter sido popularizada em relação à mais complexa, sempre restaram dúvidas de que essa fosse a melhor forma de avaliação em laboratórios de pesquisa, onde se necessita de um método com medições acuradas. Para esclarecer essa dúvida foi realizado um extenso trabalho de comparação entre as metodologias. Foram testadas as duas metodologias de expansão ao forno, com 52 amostras de polvilho azedo comercial coletadas diretamente nas indústrias de três Estados brasileiros: Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais. As massas foram elaboradas com as técnicas padrão já descritas e com a consistência em Brabender já ajustada para 60 UF.

Os resultados de expansão ao forno, obtidos pelas metodologias prática e instrumental, podem ser classificados através dos índices estabelecidos como de grandes expansões, com resultados superiores a 10,0 mL/g.

Comparando-se as metodologias, observa-se que a metodologia instrumental indica sempre resultados maiores do que a metodologia simplificada. No entanto, as duas metodologias permitem classificar os produtos como tendo uma boa expansão. Através do resultados de variância obtidos para o conjunto de todas as amostras, observa-se que a variância para a metodologia prática foi menor do que para os resultados obtidos por metodologia instrumental, mesmo com número maior de amostras.

Quando se comparam os resultados obtidos, a análise indica resultados significativamente diferentes ($p=0,000$) com as duas metodologias. Quando se analisa região por região, a metodologia simplificada não indica diferenças significativas entre os volumes específicos. No entanto, no caso da metodologia instrumental, a análise indica uma diferença significativa ($p=0,02$) entre a expansão de amostras de Minas Gerais e Paraná.

Os resultados obtidos permitem concluir que a metodologia instrumental é mais sensível do que a simplificada, o que a torna indicada para avaliações em

pesquisas. Essa metodologia pode servir como instrumento importante para a classificação do polvilho azedo em nível nacional. O método simplificado permite a avaliação rápida do produto, junto à produtores, intermediários e compradores de pequeno porte, que não dispõem dos equipamentos necessários para realizar a metodologia instrumental.

Como a legislação brasileira não estabelece um padrão de qualidade para classificar a expansão ao forno do polvilho azedo, foi proposta uma classificação onde os índices podem ser divididos em três tipos: A, B e C. O tipo A (10% das amostras analisadas) abrange as amostras de polvilho azedo de qualidade extra; o tipo B (80%

pela razão entre o volume e o peso do biscoito, e o grau de expansão, pela razão entre o volume final e o volume inicial. Para as amostras do Rio Grande do Sul, os valores das médias expressos em volume específico foram de 6,62 mL/g para um grau de expansão de 5,01 vezes, valores menores do que nas amostras do Paraná e de Santa Catarina, que chegaram a apresentar valores máximos de 13 mL/g,



principalmente no produto fermentado, ou seja, do polvilho azedo. A crescente demanda da indústria alimentícia, setor que requer maior uniformidade deste produto, exige estudos que relacionem parâmetros do processo de obtenção e suas características tecnológicas.

Devido à importância do polvilho azedo como matéria-prima para as indústrias são necessários estudos direcionados à ciência e tecnologia de sua produção. Mesmo não exportando o amido de mandioca como matéria-prima, o Brasil exporta grande parte de produtos acabados, que o utilizam como ingrediente principal. Diferenças reológicas entre o amido fermentado e o não-fermentado são relatadas na literatura, bem como existem evidências

TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DO POLVILHO AZEDO EM FUNÇÃO DO VOLUME ESPECÍFICO

	Santa Catarina		Minas Gerais		Paraná		Média geral	
	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI
Média	14,1	18,7	13,3	17,0	14,1	21,4	14,0	8,9
Desvio padrão	1,4	3,4	1,6	2,9	1,3	3,9	1,5	3,6
Tipo A	16,0	23,0	15,4	20,7	15,8	26,4	15,8	23,4
Tipo B	12,4-15,9	14,5-22,9	11,3-15,3	13,3-20,6	12,4-15,7	16,5-26,3	12,2-15,7	14,4-23,3
Tipo C	12,3	14,4	11,2	13,2	12,3	16,4	12,1	14,3

MS: Metodologia Simplificada; MI: Metodologia Instrumental*

das amostras analisadas) abrange os polvilhos de média qualidade; e o tipo C (10% das amostras analisadas) os polvilhos de qualidade inferior. Essa classificação é baseada na realidade dos produtos encontrados no Brasil, viabilizando sua adoção pelas indústrias e consumidores. Além disso, é mais realista do que a classificação proposta anteriormente. Os resultados da classificação, por Estado, estão apresentados na Tabela 3.

Para a definição de critérios em nível nacional devem ser adotados os dados da média geral da Tabela 3, com a metodologia instrumental. As informações obtidas com o método simplificado podem servir de indicativo para as indústrias.

O estudo avaliou também a propriedade de expansão em amostras de polvilho azedo comercializadas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A propriedade de expansão foi avaliada segundo a fórmula simplificada padrão. Após o resfriamento, os biscoitos foram pesados e o volume determinado pelo método do deslocamento de sementes. O volume específico foi determinado

e grau de expansão de 13 vezes para o Paraná, e de 16 mL/g e 16 vezes para as amostras de Santa Catarina.

Os valores médios não expressam a realidade dos resultados por Estado, por isso é preferível avaliar os valores de cada amostra. Caso a proposta de classificação em tipos A, B e C fosse aplicada, os polvilhos azedos comercializados no Rio Grande do Sul seriam do tipo C, enquanto os polvilhos tipo B seriam do Paraná.

CONCLUSÃO

O polvilho azedo é o amido modificado para alimentos mais consumido no Brasil. A expansão de seu consumo por todo país se deve a uma de suas principais aplicações, a elaboração do pão de queijo, que obteve grande penetração no segmento de *fast food* e vem conquistando espaços em mercados internacionais.

Apesar da importância de suas inúmeras aplicações industriais, o amido de mandioca produzido no Brasil apresenta grande variação de qualidade,

de que algumas modificações no grânulo interferem na reologia, principalmente na capacidade de expansão de produtos à base de polvilho azedo.

Embora os dados disponíveis na literatura sugiram indicadores e critérios, o processo de produção do polvilho azedo esta sujeito às condições climáticas, assim como não está ainda definido um padrão de qualidade adequado.

A natureza do processo fermentativo utilizado, comercialmente, é ainda pouco conhecida, sendo este caracterizado como um processamento rudimentar, em que a maioria dos produtores não utiliza inóculo para garantir ou acelerar a fermentação. Estudos concernentes ao efeito do processo fermentativo sobre as propriedades tecnológicas do polvilho, particularmente as de expansão da massa para fabricação de biscoito e pão de queijo, são ainda escassos. Todo este empirismo na obtenção do polvilho azedo reflete-se no tempo de fermentação, que varia muito de região para região, podendo causar grande variação nas propriedades reológicas do produto.