



Avaliação por meio de ferramentas estatísticas dos tempos de escoamento das pastas de amido nativo e modificado com tripolifosfato de sódio a 5%, entre as temperaturas de 20 a 80 °C

Thairo Paraguaio¹ (GPMAGRO, DEP/FECILCAM) - thairoparaguaio@yahoo.com.br

Dieter Randolf Ludewig² (EPA, DEP/FECILCAM) – dludewig@fecilcam.br

Nabi Assad Filho² (GPMAGRO, DEP/FECILCAM) – nabiasad@uol.com.br

Tânia Maria Coelho² (GPMAGRO, DEP/FECILCAM) – coelho.tania@ymail.com

Resumo: Na busca de melhorar a viscosidade de pastas feitas utilizando amidos, diversas pesquisas são realizadas no intuito de analisar comparativamente o comportamento entre a pasta de amido nativo e de amido modificado. Nesse trabalho utilizou-se o tripolifosfato de sódio a 5% como modificador. As amostras de amidos foram submetidas a diferentes temperaturas, entre 20°C e 80°C. As análises dos dados foram baseadas na estatística descritiva, e para o tratamento dos dados coletados foi utilizado o software MINITAB 14 (2003). Foram determinados: média, desvio padrão, variância, 1º quartil, mediana, 3º quartil e range. Ao comparar as médias dos tempos de escoamento das pastas pode-se concluir que o amido modificado apresenta um tempo de escoamento superior ao amido nativo para temperaturas superiores a 40°C, e na temperatura de 20°C o amido nativo apresentou tempo de escoamento superior.

Palavras-chave: Amido; Viscosidade; Estatística Descritiva.

1. Introdução

“O termo *amylum*, de origem greco-latina, significa material farináceo obtido através da moagem de tubérculos ou de outra fonte vegetal.” (CIACCO et al., 1982, p. 1). Os amidos ou féculas são substâncias amiláceas comestíveis, extraídas de plantas variadas. Os termos amido e fécula são utilizados neste trabalho como sinônimos, pois ambos são produtos amiláceos comestíveis extraídos de plantas, porém utiliza-se o termo amido para substância amilácea extraída da parte aérea da planta, e fécula para substância amilácea proveniente da parte subterrânea da planta.

Os amidos são classificados em dois grupos principais, o amido nativo (natural) recebem por não terem sofrido nenhuma modificação, sendo estes amidos normalmente utilizados em indústrias de alimentos como espessantes, estabilizantes, agentes gelificantes, entre outras, sendo que estas propriedades dependem principalmente da fonte de origem do amido, sendo mais comum a utilização do amido de mandioca, que são produtos que não apresentam grande sofisticação. Para referir-se ao amido exposto a um processo de modificação usa-se o termo amidos modificados podendo as modificações ser: física, química, enzimática ou a combinação destas. O amido modificado fosfatado é um amido modificado pela combinação através de processos físicos e químicos, com a finalidade de obter um amido

¹ Acadêmico do curso de Engenharia de Produção Agroindustrial (EPA) pela Universidade Estadual do Paraná (UEPR/Campus Campo Mourão) - 2010.

² Professores do departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial (EPA) da Universidade Estadual do Paraná (UEPR/Campus Campo Mourão) - 2010.



com maior resistência a retrogradação, ou seja, liberação de água após o descongelamento em produtos que possuem amido em sua composição, e também maior viscosidade em relação ao amido nativo.

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados finais obtidos durante o desenvolvimento no desenvolvimento deste projeto de iniciação científica, com foco na análise estatística dos tempos de escoamento das pastas de amido nativo e modificado.

2. Propriedades Físico-Químicas dos Amidos Análises

O amido nativo apresenta-se visualmente em forma de um pó branco, e ao ser utilizado em produtos alimentícios não causa alteração sensorial já que este não apresenta sabor ou odor. Estes aspectos tornam o amido um produto com prática aplicação, facilitando a mistura de outros ingredientes. Além dos aspectos sensoriais devem ser consideradas as propriedades físico-químicas do amido, pois essas determinam sua aplicação.

2.1 Viscosidade da Pasta

Teixeira *et al.* (2005) explica que de uma forma simples a viscosidade é resistência de um fluido ao escoamento. O cozimento de uma suspensão de amido em água resulta em uma pasta incolor, sendo esta utilizada para a realização do teste do Copo Ford. Este teste consiste em inferir a viscosidade da pasta a partir da medida do tempo que a pasta gasta para esvaziar o Copo. O tempo de escoamento se correlaciona com a viscosidade da pasta, podendo ser utilizadas pastas em diferentes temperaturas.

Segundo Demiate (2009, p. 149) “Uma alta viscosidade é desejável para usos industriais, nos quais o objetivo é o poder espessante. Para isso, é necessário o controle da retrogradação no resfriamento.”. O autor ainda cita que:

“Dependendo do tipo, o amido pode, entre outras funções, facilitar o processamento, servir como espessante em sopas, caldos e molhos de carne, fornecer sólidos em suspensão e textura, ser ligante em embutidos de carne, estabilizante em molhos de salada, ou ainda proteger os alimentos durante o processamento.” DEMIATE (2009, p. 149)

Martins (2006) mostra que o amido fosfatado, quando comparado ao amido nativo, apresenta viscosidade maior, nesta linha apresentaremos nossos resultados e uma análise estatística dos mesmos.

2.2 Retrogradação

Este fenômeno ocorre quando pastas de amido são retiradas da temperatura ambiente, sendo submetidas a processos de resfriamento ou congelamento, e depois ao voltarem à temperatura ambiente perdem suas propriedades estruturais originais.

Demiate (2009) explica a retrogradação com base nos autores (HOOVER 2001 e CEREDA et al., 2001) como:

“A retrogradação é basicamente um processo de cristalização das moléculas de amido que ocorre pela forte tendência de formação de pontes de hidrogênio entre moléculas adjacentes. A associação das moléculas do amido propicia o desenvolvimento de uma rede tridimensional mantida coesa pelas áreas cristalinas. Esta rede é formada por grânulos de amido parcialmente inchados e componentes do amido em solução. A formação desta rede durante o resfriamento resulta no aparecimento de gel (HOOVER, 2001). Com o tempo, este gel formado tem a tendência de liberar água. Esta liberação de água é conhecida como sinérese e é



comumente encontrada em alguns produtos como molhos em geral (CEREDA et al., 2001).” DEMIATE (2009)

Munhoz e *et. al.*(2004, 403) explicam a retrogradação como:

“A retrogradação do amido é um fenômeno que deve ser minimizado por se tratar da reconstrução de uma estrutura mais rígida devido às cadeias de amilose ficarem mais disponíveis para se rearranjarem durante o *shelf-life* do produto alimentício, resultando em maior perda de água do sistema e endurecimento do produto final.” (Munhoz e *et. al.*, 2004, 403)

Para Ciacco e Cruz (1982), este fenômeno pode ser definido como “[...]um processo de cristalização do amido” (CIACCO & CRUZ, 1982, p.36). Os mesmos autores ainda explicam que “freqüentemente, a evolução da retrogradação é acompanhada de exudação de umidade do gel” (CIACCO & CRUZ 1982, p.35). E este fenômeno é indesejável na maior parte dos produtos, pois acarreta a liberação de água sobre o produto final quando utiliza em sua composição o amido nativo. E de acordo com os mesmos autores devido a esse processo ocorre um aumento na firmeza dos pães, no caso de pastas ou géis é comum o aparecimento de uma película superficial que compromete a qualidade superficial.

2.3 Amidos Modificados

Os amidos modificados são resultados da utilização de técnicas de modificação através de processos químicos físico, enzimáticos, ou a combinação destes processos. Segundo Bemiller (1997 *apud* Demiate 2009) as razões que levam a modificação e amidos são:

“modificar as características de cozimento (gelatinização); diminuir a retrogradação e a tendência das pastas em formarem géis; aumentar a estabilidade das pastas ao resfriamento e descongelamento, a transparência das pastas ou géis e a adesividade; melhorar a textura das pastas ou géis e a formação de filmes; e adicionar grupamentos hidrofóbicos e introduzir poder emulsificante. Bemiller (1997 *apud* Demiate 2009 p. 149)

As aplicações dos amidos modificados são determinadas de acordo com a modificação a qual o amido foi exposto. Silva (2006) destaca a utilização dos amidos modificados:

“Considerando-se o custo dos amidos modificados, pode-se perceber que, de maneira geral, produtos mais sofisticados e caros levam esses amidos e, em contrapartida, produtos mais populares têm, em suas formulações, amidos nativos.” (SILVA e et al., 2006, p.192)

Os amidos modificados são um campo de estudo interessante, pois normalmente são utilizados em produtos de com um maior valor agregado.

2.3.1 Propriedades do Amido Fosfatado

De forma geral, dependendo da fonte do amido e do grau de substituição, o amido fosfatado apresenta as seguintes propriedades descritas por Martins (2006):

- a) Maior a claridade
- b) Maior a estabilidade a ciclos de congelamento e descongelamento
- c) Maior poder emulsificante
- d) Maior Viscosidade
- e) Menor capacidade de Formação de gel.



3 Estatística

Segundo Vieira (1999 apud Castanheira 2008) a estatística descritiva é explicada como ramo da estatística que trabalha com a coleta e a tabulação dos dados. Porém é importante ressaltar que sem a análise dos dados, não é possível chegar a conclusões, por isso foram utilizadas medidas de tendência central e dispersão (média, desvio padrão, variância, range, mediana, primeiro quartil e terceiro quartil), além das medidas de curtose e dos gráficos: Histograma com a curva normal, diagrama de dispersão e boxplot com o objetivo de avaliar se as medidas não são tendenciosas.

3.1 Histograma com a curva normal

Para a análise dos dados foi utilizado o histograma que é definido por Castanheira (2008) como: [...] um gráfico formado por um conjunto de retângulos justapostos e é muito utilizado para representar a distribuição de frequências cujos os dados foram agrupados em classes ou intervalos de mesma amplitude”CASTANHEIRA (2008, p. 36), sendo que este gráfico empregado para a determinação das frequências das ocorrências dos tempos de escoamento das amostras.

Quanto a curtose Castanheira (2008) define como: “[...] o grau de achatamento ou de afilamento de uma distribuição de frequências, ou seja, do histograma correspondente.” CASTANHEIRA (2008, p. 90), de uma forma mais simples pode ser explicado como uma forma de analisar o comportamento dos dados. Sendo interpretados da seguinte forma segundo Castanheira (2008):

- Á distribuição normal, damos o nome de curva mesocúrtica;
- Á distribuição alongada, damos o nome de curva leptocúrtica;
- Á distribuição achatada, damos o nome de curva platicúrtica. CASTANHEIRA (2008, p. 92).

3.2 Diagrama de dispersão

Segundo Bussab e Morettin (2002) o gráfico de dispersão onde “[...] os valores são representados ao longo da reta(provida de uma escala). Valores repetidos [...] são “empilhados” um em cima do outro” BUSSAB E MORETTIN (202, p. 16), sendo que neste esta ferramenta foi empregada para auxílio na análise da distribuição das frequências dos tempos de escoamento.

3.3 Boxplot

Segundo Montgomery e Runger (2003) o gráfico boxplot é definido como: “[...] é uma apresentação gráfica que descreve simultaneamente varias características importantes de um conjunto de dados, tais como centro, dispersão, desvio da simetria e identificação das observações que estão surpreendentemente longe dos seios dos dados.” MONTGOMERY e RUNGER (2003, p. 20). Os autores explicam também que este pontos que se encontram muito distantes dos dados são chamados “*outliers*”.

4 Metodologia

4.1 Metodologia adotada para modificação dos amidos

A metodologia adotada para preparo de amostras modificadas foi a descrita por Ciacco e Cruz (1982).

4.2 Metodologia de coleta de dados



Para verificar a viscosidade do amido, foi preparada uma pasta com 15g de amido nativo disperso em 500 mL de água e cozido posteriormente, e este procedimento também foi repetido com uma amostra de amido fosfatado com tripolifosfato de sódio a 5%. A pasta obtida foi utilizada para medir o tempo de escoamento (em segundos) pelo método do Copo Ford com furo de 5 mm, com a temperatura da amostra variando de 10 em 10 °C, no intervalo entre 20 °C a 80 °C. O teste do Copo Ford para determinação da viscosidade baseia-se no princípio da viscosidade cinemática, através da comparação dos tempos de escoamento das pastas em diferentes temperaturas.

Os testes resultaram em 42 tempos de escoamento, obtidos a partir 6 repetições de tomadas de tempo em 7 temperaturas diferentes, para a pasta de amido nativo e também para a pasta de amido fosfatado, sendo que estes dados posteriormente foram tabelados e analisados.

4.3 Metodologia de análise dos dados

As análises dos dados neste trabalho foram baseadas na estatística descritiva, que é definida por Fonseca e Martins (2008) como: “[...] um conjunto de técnicas que objetivam descrever, analisar e interpretar os dados numéricos de uma população ou amostra.” (FONSECA e MARTINS, 2008, p. 101).

Para o tratamento dos dados (tempos de escoamento) coletados em laboratório foi utilizado o software MINITAB 14, sendo consideradas as temperaturas (20°C, 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C e 80°C) como variáveis e foram determinados: média, desvio padrão, variância, 1º quartil, mediana, 3º quartil e range (intervalo de variação). Além de terem sido plotados os seguintes gráficos: histograma dos dados com curva normal, foi plotado gráfico dos valores individuais (gráfico de dispersão) e boxplot.

5 Resultados e discussões

Através da utilização do software MINITAB 14 foram calculadas: média, desvio padrão, variância, range, mediana, primeiro quartil e terceiro quartil, para os tempos de escoamento (em segundos) da pasta de amido nativo, sendo os resultados apresentados na tabela 1.

Variável	Média	Desvio Padrão	Variância	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Range
80 °C	15,05	0,80	0,64	14,54	15,01	15,86	2,19
70 °C	15,95	1,55	2,39	14,43	15,88	17,59	3,93
60 °C	17,71	1,78	3,18	16,31	17,90	19,02	5,03
50 °C	20,95	2,49	6,21	18,47	21,05	23,00	6,75
40 °C	27,00	6,09	37,06	22,47	24,36	32,6	15,31
30 °C	40,54	9,03	81,58	33,17	37,41	49,44	22,87
20 °C	54,64	8,63	74,52	47,38	53,72	60,58	24,59

Tabela 1 – Resultados dos dados fornecido pelo Minitab 14 para pasta de amido nativo.

Observa-se que as maiores médias dos tempos de escoamento ocorrem para as temperaturas de 20°C e 30°C, e as maiores variâncias nas temperaturas entre 20°C a 40°C, e conseqüentemente os maiores desvios padrões, percebe-se que neste intervalo também é que se encontram os maiores ranges.

Os mesmos cálculos foram utilizados para as análises das pastas de amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5%, sendo os resultados apresentados na Tabela 2.

Variável	Média	Desvio Padrão	Variância	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Range
80 °C	21,61	5,61	31,52	19,22	25,62	27,94	16,14
70 °C	27,07	7,44	55,37	21,48	25,91	33,64	21,47
60 °C	26,32	6,56	43,04	19,51	26,92	32,01	17,33
50 °C	29,94	10,02	100,45	20,79	29,52	37,45	28,40
40 °C	35,27	13,07	170,74	26,33	31,22	45,49	37,06
30 °C	41,46	17,66	312,04	30,86	36,40	52,47	51,56
20 °C	39,45	8,54	72,97	32,55	39,55	45,07	25,40

Tabela 2 – Resultados dos dados fornecido pelo Minitab 14 para pasta de amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5%.

Observa-se que as maiores médias dos tempos de escoamento encontram-se nas temperaturas de 20°C e 30°C, e nas temperaturas, no intervalo de 30°C a 50°C, estão ocorrendo às maiores variâncias e conseqüentemente os maiores desvios padrões, percebe-se que neste intervalo também é que se encontram os maiores ranges.

A figura 1 mostra os gráficos gerados para a temperatura que apresenta os tempos de escoamento da pasta de amido nativo com a maior variância (30°C).

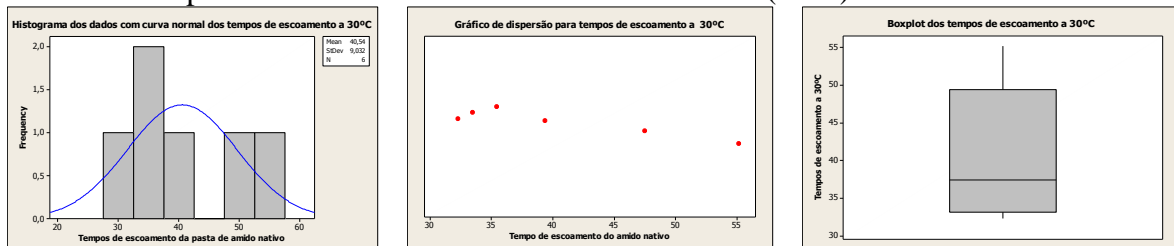


Figura 1: Gráficos dos tempos de escoamento da pasta de amido nativo com maior variância

No histograma apresentado na figura 1 observa-se que os tempos de escoamento da pasta de amido nativo, a 30°C, medidos pelo método do copo Ford, se apresentam com maior frequência na faixa de aproximadamente de 35 segundos, e a curva plotada tem o aspecto de uma mesocúrtica, indicando que os dados seguem uma distribuição normal. O diagrama de dispersão mostra que metade dos dados analisados nesta faixa de temperatura se encontra próximo a mediana enquanto a outra metade apresenta um grande distanciamento dos demais pontos, sendo este um dos fatores causadores da grande variância de dados observada nesta faixa de temperatura. O boxplot mostra que os dados com a maior dispersão em relação a mediana estão concentrados entre o segundo e terceiro quartil, observa-se que a cauda superior é mais alongada que a inferior, observa-se também a inexistência de *outliers* neste gráfico.

A figura 2 apresenta os gráficos gerados para a temperatura que apresenta os tempos de escoamento da pasta de amido nativo com a menor variância (80°C).

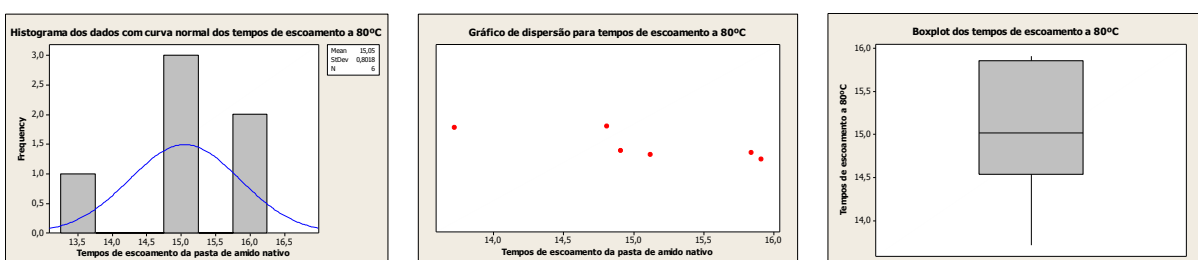


Figura 2: Gráficos dos tempos de escoamento da pasta de amido nativo com menor variância.

O histograma apresentado na figura 2 mostra que os tempos de escoamento da pasta de amido nativo através do copo Ford a 80 °C apresentam uma maior freqüência na faixa de 15 segundos, também se observa que a curva plotada no histograma é mesocúrtica, indicando que os dados seguem uma distribuição normal. Os pontos do diagrama não mostram nenhum comportamento padrão, porém a maior parte dos dados está próxima da mediana, enquanto os demais dados estão bem dispersos em relação a esta, sendo que apenas um dos pontos ficou bem abaixo da mediana, enquanto os demais pontos que dispersos apresentaram-se bem acima da mediana. O boxplot mostra que os dados analisados estão dentro do intervalo analisado, porém a maior parte destes encontram-se no terceiro quartil e o gráfico não apresenta *outliers*, porém observa-se que devido o gráfico de dispersão apresentar um de seus pontos bem inferior em relação aos demais, fez com que o boxplot apresentasse um cauda inferior muito extensa, enquanto a cauda superior praticamente não existe.

A figura 3 apresenta os gráficos gerados para a temperatura que apresenta os tempos de escoamento da pasta de amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5% com a maior variância (30°C).

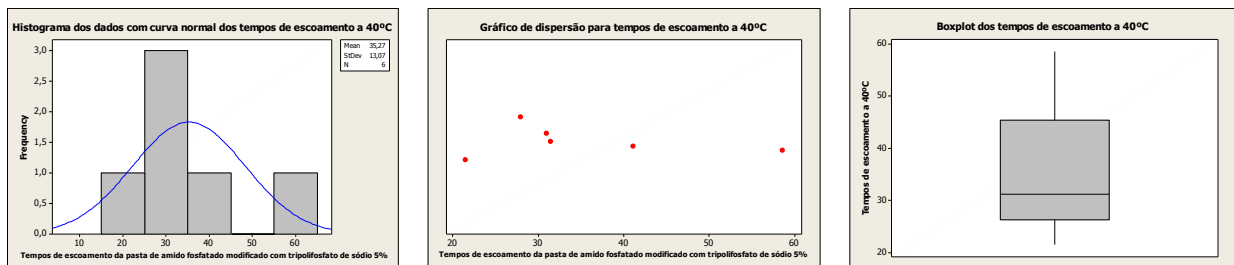


Figura 3: Gráficos dos tempos de escoamento da pasta de amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5% com maior variância.

Observa-se no histograma da figura 3 que os tempos de escoamento da pasta de amido modificado com tripolifosfato de sódio 5% a 40°C, medido através do copo Ford, apresentam uma maior freqüência dos dados na faixa de 30 segundos, também observa-se que a curva plotada no histograma é mesocúrtica, indicando que os dados seguem a distribuição normal. O gráfico de dispersão mostra uma concentração de dados próximos aos 30 segundos, porém encontrando-se distante da mediana, e os demais pontos apresentados no gráfico encontram-se bem dispersos. O boxplot mostra que as maiores dispersões dos dados encontram-se entre a mediana (segundo quartil) e o terceiro quartil, e a cauda superior do gráfico é muito maior que a inferior. Isto ocorre devido aos pontos distantes observados no diagrama de dispersão. Observa-se também a inexistência de *outliers* neste boxplot.

A figura 4 mostra os gráficos gerados para a temperatura que apresenta os tempos de escoamento da pasta de amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5% com a menor variância (80°C).

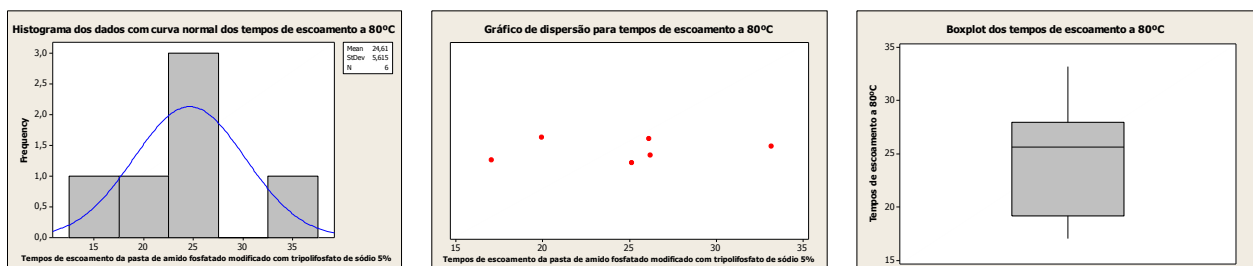


Figura 4: Gráficos dos tempos de escoamento da pasta de amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5% com menor variância.

Observa-se no histograma apresentado na figura 4 que os tempos de escoamento da pasta de amido modificado com tripolifostado sódio 5% a 80°C, medido através do copo Ford, apresentam uma maior freqüência dos dados na faixa de 25 segundos, também se observa que a curva plotada no histograma é mesocúrtica, indicando que os dados seguem a distribuição normal. Observa-se no diagrama de dispersão que a maior concentração de dados ocorre próxima a mediana, e os demais dados encontram-se bem dispersos. O boxplot mostra que a maior dispersão dos dados ocorre entre o primeiro e o e o segundo quartil (mediana), porém é de observar-se que a cauda superior do boxplot é maior que a inferior, devido ao ponto mostrado no diagrama de dispersão que apresenta um tempo de escoamento bem superior aos demais, observa-se também a inexistência de *outliers* neste gráfico.

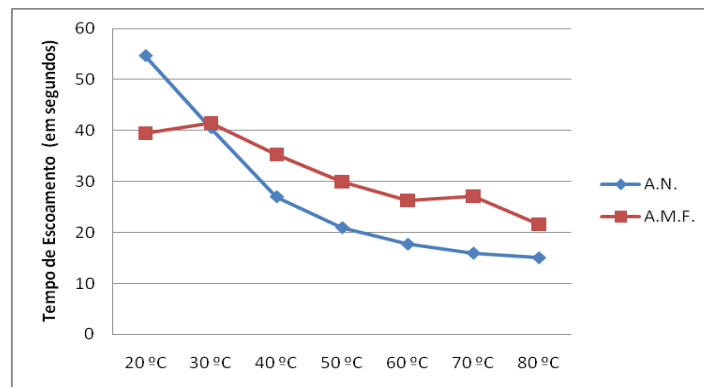


Figura 5: Médias dos tempos de escoamento em função da temperatura.

A figura 5 mostra que a uma temperatura de 20° C a pasta de amido nativo (AN) é mais viscosa do que a pasta do amido modificado fosfatado (AMF) por apresentar o tempo médio de escoamento superior a da pasta com amido modificado. A uma temperatura de 30°C a viscosidade de ambas as pastas dos amidos se equivale, já para temperaturas superiores a 30°C a pasta do amido modificado apresenta uma maior viscosidade que o amido nativo.

6 Considerações Finais

Ao analisar os dados coletados conclui-se que ambas as pastas apresentam comportamentos similares, à medida que a temperatura diminui os tempos de escoamento aumentam, sendo que isto foi comprovado estatisticamente nos resultados apresentados. Porém, ao comparar as médias dos tempos de escoamento da pasta de amido nativo com a do amido modificado, com tripolifosfato de sódio 5%, concluiu-se que o amido modificado apresenta média de tempo de escoamento superior a do amido nativo em temperaturas superiores a 40°C, e na temperatura de 20°C o amido nativo apresentou média de tempo de escoamento superior. Na temperatura de 30°C o tempo médio de escoamento do amido modificado foi superior, em 0,92 segundos, ao do amido nativo. Ao analisar os gráficos das figuras 1 e 2 conclui-se que os dados se distribuem de forma bem distinta um dos outros, apesar de ambos os histogramas apresentarem curvas de distribuição normal com aspecto mesocúrtica. Ao comparar os diagramas de dispersão percebe-se, na figura 2, que alguns dados apresentam-se próximos, enquanto na figura 1 não existe um comportamento padrão dos dados. Quanto a distribuição dos dados em relação a mediana, mostrou-se muito distinta. O boxplot da figura 1, mostra que em relação a mediana os dados estão concentrados entre o segundo e terceiro quartil, observa-se que a cauda superior é mais alongada que a inferior, e o boxplot da figura 2 mostra que os dados estão dentro do intervalo analisado, o que indica que não existem dados discrepantes, porém a maior parte destes encontram-se entre a mediana e o terceiro quartil. Observa-se ainda que, devido o gráfico de dispersão apresentar um de seus



pontos bem inferior em relação aos demais, o boxplot apresenta uma cauda inferior muito extensa, enquanto a cauda superior praticamente não existe. Mas, tanto na figura 1 quanto na figura 2, pode-se verificar a ausência *outliers*.

Já para os dados das figuras 3 e 4 o aspecto das curvas apresentadas em ambos histogramas são mesocúrtica, indicando que os dados seguem a distribuição normal, observa-se nos diagramas a inexistência de um comportamento padrão. Ao analisar o boxplot da figura 3 conclui-se que as maiores dispersões dos dados encontram-se entre a mediana (segundo quartil) e o terceiro quartil, e a cauda superior do gráfico é muito maior que a inferior, devido aos pontos distantes observados no diagrama de dispersão, e a figura 4 mostra que a maior dispersão dos dados ocorre entre o primeiro e o segundo quartil (mediana), porém é de observar-se que a cauda superior do boxplot é maior que a inferior, devido ao ponto mostrado no diagrama de dispersão que encontra-se bem distante dos demais. Tanto na figura 3 quanto na figura 4 pode-se verificar a ausência *outliers*.

Com base nos dados analisados observa-se que, com o objetivo de obter-se um produto mais viscoso, recomenda-se utilizar o amido nativo para temperaturas menores 30 °C e o amido modificado com tripolifosfato de sódio a 5% para temperaturas maiores que 40 °C. Nos casos de se submeter os produtos a processos de resfriamento e/ou congelamento, onde a retrogradação não é desejada, deve-se utilizar o amido modificado. Já em casos onde a utilização seja para espessamento do produto, recomenda-se o amido modificado, desde que seja utilizado em temperaturas superiores a 40 °C, uma vez que os dados mostram que em temperaturas inferiores a 30 °C o amido nativo apresentou tempos de escoamento menores, implicando conseqüentemente em produto menos viscoso.

Referências

- BUSSAB, W. O. e MORETTIN, P. A. *Estatística Básica*. 5ªed. São Paulo: Saraiva, 2002.
- CASTANHEIRA, N.P. *Estatística aplicada a todos os níveis*. 4ªed. rev. e atual. Curitiba: Ibepx,2008.
- CIACCO, C. F.; CRUZ, R. *Fabricação de Amido e sua Utilização*. São Paulo, 1982.
- DEMIATE, I. M. *Aplicação de amido de mandioca nas indústrias*. 2009. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/compendio/palestras/palestra9.pdf>> Acesso em: 30 Out. 2010.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. *Curso de Estatística*. 6ª Ed. E 11ª reimpressão. São Paulo: Atlas 2008
- MARTINS, A. H.–disponível em: [http://www.fag.edu.br/professores/amartins/Tecnologia de Alimentos /Amidos Modificados.ppt](http://www.fag.edu.br/professores/amartins/Tecnologia%20de%20Alimentos%20/Amidos%20Modificados.ppt) – acesso em 05/05/2009.
- MINITAB. Methods and Formulas. MINITAB Programa Estatístico, versão 14 para Windows, Pennsylvania: State College, 2003.
- MONTGOMERY. D.C. e RUNGER. G.C. *Estatística Aplicada e Probabilidade Para Engenheiros*. 2ªed. LTC: Rio de Janeiro , 2003.
- MUNHOZ, M.P.; WEBER, F.H.; CHANG,Y.K. *Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho*. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.24 no.3 Campinas July/Sept. 2004.
- SILVA, G.O. Et al.. *Características Físico-Químicas de Amidos Modificados de Grau Alimentício Comercializados No Brasil*. Campinas, jan.-mar. 2006 public em 23/01/2006. Disponível em:< [www.scielo.Br/pdf / cta /v26n1/28869.pdf](http://www.scielo.Br/pdf/cta/v26n1/28869.pdf)> - Acesso em: 22 de maio de 2008.
- TEIXEIRA, O.P.B.; AMARANTE, A.R.S.; CINDRA, J.L.; MONTEIRO, M.A.A. *Mecânica dos Fluidos: Algumas Considerações Sobre A Viscosidade*. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Resumos do XVI SNEF, 2005. v. único. p. 171-171. Disponível em: <www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0625-2.pdf> acesso em 13 de Maio de 2009.